



TUGAS AKHIR – RC184803

**ANALISIS KEBUTUHAN PERIODE DATA ANGIN
DALAM MENENTUKAN ARAH *RUNWAY***

FATH LILIA MUTIARA FARHANI
NRP. 03111340000046

Dosen Pembimbing
Ir. Ervina Ahyudanari, M.E, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



FINAL PROJECT – RC184803

***REQUIREMENTS OF WIND DATA PERIOD IN
DETERMINING RUNWAY ORIENTATION***

FATH LILIA MUTIARA FARHANI
NRP. 0311134000046

Advisor
Ir. Ervina Ahyudanari, M.E, Ph.D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

ANALISIS KEBUTUHAN PERIODE DATA ANGIN DALAM MENENTUKAN ARAH *RUNWAY*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana
pada
Program Studi S-1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FATH LILIA MUTIARA FARHANI

NRP. 03111340000046

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Ir. Ervina Ahyudanari, M.E., Ph.D



**SURABAYA
JANUARI, 2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

ANALISIS KEBUTUHAN PERIODE DATA ANGIN DALAM MENENTUKAN ARAH *RUNWAY*

Nama Mahasiswa : Fath Lilia Mutiara Farhani
NRP : 03111340000046
Departemen : Teknik Sipil FTLISK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, M.E, Ph.D

Abstrak

The United States Department of Transportation pada tahun 2015 menyatakan pesawat sebagai moda transportasi paling aman jika dibandingkan dengan mobil, kereta, dan kapal. Hal tersebut menjadikan salah satu alasan semakin meningkatnya pengguna moda pesawat terbang. Dalam transportasi udara yang satu ini, *runway* merupakan pusat terjadinya kegiatan *takeoff* dan *landing* pesawat. Data angin menjadi patokan utama dalam menentukan orientasi suatu *runway*. Berdasarkan laporan studi yang sebelumnya, terjadi penurunan utilitas *runway* sebesar 2,5% yang disebabkan oleh pengaruh data angin baru terhadap orientasi *runway* eksisting. Dalam tugas akhir ini dilakukan studi untuk menentukan periode data angin yang harus dimiliki saat perencanaan *runway* agar *runway* yang digunakan tidak menyebabkan kegagalan dalam operasional penerbangan. Ada beberapa variasi periode data yang digunakan, yaitu 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun. Studi dilakukan di 5 bandara di Indonesia, yaitu Bandara Sultan Syarif Kasim II, Bandara Achmad Yani, Bandara Syamsudin Noor, Bandara Sam Ratulangi, dan Bandara Sentani. Setelah dilakukan analisis, masing-masing bandara memberikan hasil yang relatif sama untuk tren periode data 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun. Sehingga periode data 1 tahun keatas dapat dijadikan dasar dalam perencanaan suatu *runway* dengan tetap memperhatikan syarat *wind coverage* minimal adalah 95%.

Kata Kunci: *runway*, data angin, arah *runway*, periode data

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

REQUIREMENTS OF WIND DATA PERIOD IN DETERMINING RUNWAY ORIENTATION

Name : Fath Lilia Mutiara Farhani
NRP : 03111340000046
Department : Civil Engineering FTLSK-ITS
Advisor : Ir. Ervina Ahyudanari, M.E, Ph.D

Abstract

The United States Department of Transportation in 2015 declared the aircraft as the safest mode of transportation compared to cars, trains and ships. This makes it one reason for the increasing number of aircraft mode users. In the operation of an airport, runway is the center of the takeoff and landing of an aircraft. Wind data is the basis in determining the orientation of a runway. Based on a study report previously, there was a decrease in runway utility by 2.5% due to the influence of new wind data on the orientation of the existing runway. In this final project, a study was conducted to determine the period of wind data that must be owned during runway planning so that the using of a runway does not cause failure in flight operations. There are several variations in the period of data that going to be used, such as 1 month, 1 year, 5 years, 10 years, and 20 years. The study was conducted at 5 airports in Indonesia, namely Sultan Syarif Kasim II Airport, Achmad Yani Airport, Syamsudin Noor Airport, Sam Ratulangi Airport, and Sentani Airport. After analysis, each airport gives relatively the same results for trends in the data period of 1 year, 5 years and 10 years. So that the data period of 1 year and above can be used as the basis for planning a runway while still paying attention to the minimum wind coverage requirements of 95%.

Keywords: *runway, wind data, runway direction, data period*

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Kebutuhan Periode Data Angin dalam Menentukan Arah *Runway*”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan oleh banyak pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih keada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini:

1. Kedua orang tua serta keluarga yang mendukung dan mendoakan penulis hingga penyelesaian tugas akhir.
2. Ibu Ir. Ervina Ahyudanari, M.E, Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta bimbingannya dalam proses penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng selaku dosen wali penulis selama perkuliahan yang telah memberikan bimbingan dan nasihat selama menjalani kuliah di Departemen Teknik Sipil ITS.
4. Bapak Catur Arif Prasetyanto, S.T, M.Eng, Bapak Cahya Buana, S.T., M.T, dan Bapak Budi Rahardjo, S.T, M.T, sebagai dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan banyak masukan terhadap penyempurnaan penulisan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya selama masa perkuliahan penulis.
6. Teman-teman Departemen Teknik Sipil, terutama angkatan 2013, yang memberikan motivasi dan bantuan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
7. Serta semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir.

8. *And I would like to thank my arms, for always being by my side. My legs, for always supporting me. And my fingers, because I can always count on them.*

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat kekurangan yang disebabkan karena keterbatasan kemampuan, pengetahuan, dan pengalaman yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan tugas akhir di waktu yang akan datang. Dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
Abstrak	v
Abstract	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Lingkup Permasalahan	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Lokasi Studi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Angin.....	5
2.2 Sirkulasi Angin.....	5
2.3 Pengukur Angin.....	6
2.3.1 Kantong Angin	6
2.3.2 Anemometer	6
2.4 Bandar Udara.....	8
2.5 <i>Runway</i>	8

2.5.1	<i>Single Runway</i> (Landasan Tunggal)	9
2.5.2	<i>Parallel Runway</i> (Landasan Paralel)	9
2.5.3	<i>Intersecting Runway</i> (Landasan Berpotongan)	9
2.5.4	<i>Open-V Runway</i> (Landasan V-terbuka)	9
2.6	Orientasi Arah <i>Runway</i>	12
2.7	<i>Wind Rose</i> (Mawar Angin)	14
2.8	Gaya Angin yang Diterima Pesawat.....	16
2.8.1	<i>Headwind</i>	17
2.8.2	<i>Tailwind</i>	18
2.8.3	<i>Crosswind</i>	19
2.9	WindRose PRO	20
2.10	Studi Sebelumnya	21
BAB III METODOLOGI		23
3.1	Identifikasi Masalah	23
3.2	Studi Pustaka	24
3.3	Pengumpulan Data.....	24
3.3.1	Data Angin.....	24
3.3.2	Data Tipe Pesawat	26
3.3.3	Data Arah <i>Runway Eksisting</i> dan Jam Operasional Bandara	26
3.4	Analisis Data	27
BAB IV ANALISA DATA.....		33
4.1	Tinjauan Umum.....	33
4.2	<i>Allowable Crosswind Component</i> (AAC)	33
4.2.1	Bandara Sultan Syarif Kasim II	33
4.2.2	Bandara Achmad Yani.....	34

4.2.3	Bandara Syamsudin Noor	34
4.2.4	Bandara Sam Ratulangi	35
4.2.5	Bandara Sentani	36
4.3	Data Angin	37
4.4	Analisis Data Angin Menggunakan WindRose PRO ..	43
4.4.1	Periode Data 1 Bulan	47
4.4.2	Periode Data 1 Tahun	55
4.4.3	Periode Data 5 Tahun	60
4.4.4	Periode Data 10 Tahun	65
4.4.5	Periode Data 20 Tahun	69
4.5	Signifikansi Arah <i>Runway</i>	70
4.6	Kebutuhan Periode Data Angin	72
4.6.1	Bandara Sultan Syarif Kasim II	72
4.6.2	Bandara Achmad Yani	74
4.6.3	Bandara Syamsudin Noor	77
4.6.4	Bandara Sam Ratulangi	79
4.6.5	Bandara Sentani	82
4.6.6	Periode Bulanan untuk Tahun dengan Nilai <i>Wind Coverage</i> Minimal	85
4.6.7	Nilai <i>Wind Coverage</i> untuk Data yang Tidak Kontinyu	93
4.7	Pengaturan Operasional Bandara	97
4.7.1	Bandara Sultan Syarif Kasim II	97
4.7.2	Bandara Achmad Yani	98
4.7.3	Bandara Syamsudin Noor	99
4.7.4	Bandara Sam Ratulangi	99

4.7.5 Bandara Sentani	100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1 Kesimpulan.....	101
5.2 Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Bandara-Bandara yang Diamati (http://maps.google.com)	4
Gambar 2.1	Kantong Angin (http://nurulhedayat.blogspot.com)	7
Gambar 2.2	Anemometer (http://nurulhedayat.blogspot.com) ..	7
Gambar 2.3	Contoh <i>Single Runway</i> : San Diego International Airport (Horonjeff, 2010).....	10
Gambar 2.4	Contoh <i>Parallel Runway</i> : Orlando International Airport (Horonjeff, 2010).....	10
Gambar 2.5	Contoh <i>Intersecting Runway</i> : LaGuardia Airport, New York (Horonjeff, 2010).....	11
Gambar 2.6	Contoh <i>Open-V Runway</i> : Jacksonville International Airport (Horonjeff, 2010).....	11
Gambar 2.7	<i>Wind Rose Concentric Circle Diagram</i> (kiri) dan <i>Radial Lines</i> (kanan) (Horonjeff, 2010).....	14
Gambar 2.8	Indikator Angin pada <i>Board Cabin</i> Pesawat (IVAO, 2015)	17
Gambar 2.9	<i>Headwind</i> (IVAO, 2015).....	17
Gambar 2.10	Konfigurasi <i>Headwind</i> (IVAO, 2015).....	18
Gambar 2.11	<i>Tailwind</i> (IVAO, 2015)	18
Gambar 2.12	Konfigurasi <i>Tailwind</i> (IVAO, 2015)	19
Gambar 2.13	<i>Crosswind</i> (IVAO, 2015)	19
Gambar 2.14	Perubahan Arah Pesawat Akibat <i>Crosswind</i> (IVAO, 2015)	20
Gambar 2.15	WindRose PRO (WindRose PRO User Guide) ...	21
Gambar 2.16	Grafik Arah <i>Runway</i> vs <i>Usability Factor</i>	22
Gambar 3.1	Diagram Alir Tahap Analisis Hasil Arah <i>Runway</i>	29
Gambar 3.2	Diagram Alir Tahap Penentua Periode Data Angin	30
Gambar 3.3	Diagram Alir Tahap Operasional Bandara	31
Gambar 4.1	Hasil Plot Data Angin pada Bandara Sultan Syarif Kasim II.....	39

Gambar 4.2	Hasil Plot Data Angin pada Bandara Achmad Yani	40
Gambar 4.3	Hasil Plot Data Angin pada Bandara Syamsudin Noor.....	41
Gambar 4.4	Hasil Plot Data Angin pada Bandara Sam Ratulangi	42
Gambar 4.5	Hasil Plot Data Angin pada Bandara Sentani	43
Gambar 4.6	Pengaturan <i>Intervals</i>	44
Gambar 4.7	Pengaturan <i>Legend</i>	45
Gambar 4.8	Pengaturan <i>Circles</i>	45
Gambar 4.9	Pengaturan <i>Crosswind</i>	46
Gambar 4.10	Pengaturan <i>Date Time</i>	46
Gambar 4.11	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Bulan	48
Gambar 4.12	<i>WindRose</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk Bulan April pada Arah 02/20	49
Gambar 4.13	<i>WindRose</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk Bulan April pada Arah 03/21	50
Gambar 4.14	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Bulan	51
Gambar 4.15	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Bulan	52
Gambar 4.16	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Bulan	53
Gambar 4.17	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Bulan.....	54
Gambar 4.18	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Tahun	55
Gambar 4.19	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Tahun	56
Gambar 4.20	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Tahun	57
Gambar 4.21	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Tahun	58

Gambar 4.22	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Tahun.....	59
Gambar 4.23	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 5 Tahun	60
Gambar 4.24	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 5 Tahun	61
Gambar 4.25	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 5 Tahun	62
Gambar 4.26	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 5 Tahun	63
Gambar 4.27	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 5 Tahun.....	64
Gambar 4.28	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 10 Tahun	65
Gambar 4.29	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 10 Tahun	66
Gambar 4.30	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 10 Tahun	67
Gambar 4.31	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 10 Tahun	68
Gambar 4.32	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 10 Tahun.....	69
Gambar 4.33	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Bulan	72
Gambar 4.34	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Tahun	73
Gambar 4.35	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 5 Tahun	73
Gambar 4.36	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 10 Tahun	74
Gambar 4.37	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Bulan	75
Gambar 4.38	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Tahun	75

Gambar 4.39	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 5 Tahun	76
Gambar 4.40	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 10 Tahun	76
Gambar 4.41	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Bulan	77
Gambar 4.42	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Tahun	78
Gambar 4.43	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 5 Tahun	78
Gambar 4.44	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 10 Tahun	79
Gambar 4.45	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Bulan	80
Gambar 4.46	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Tahun	80
Gambar 4.47	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 5 Tahun	81
Gambar 4.48	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 10 Tahun	81
Gambar 4.49	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Bulan.....	82
Gambar 4.50	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Tahun	83
Gambar 4.51	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 5 Tahun	83
Gambar 4.52	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 10 Tahun	84
Gambar 4.53	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017	86
Gambar 4.54	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 1978	86

Gambar 4.55	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017	87
Gambar 4.56	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 1981	88
Gambar 4.57	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017	89
Gambar 4.58	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 1990	89
Gambar 4.59	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017	90
Gambar 4.60	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 1987	91
Gambar 4.61	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017	92
Gambar 4.62	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2008	92
Gambar 4.63	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani Periode Data 5 Tahun (2008-2012) dengan Data Hilang Tahun 2010	94
Gambar 4.64	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani Periode Data 10 Tahun (2008-2017) dengan Data Hilang Tahun 2010	95
Gambar 4.65	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani Periode Data 5 Tahun (2013-2017) dengan Data Hilang Tahun 2014	96
Gambar 4.66	Grafik <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani Periode Data 10 Tahun (2008-2017) dengan Data Hilang Tahun 2014	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Aircraft Approach Categories</i> (FAA, 2012).....	13
Tabel 2.2	<i>Aircraft Design Group</i> (FAA, 2012)	13
Tabel 2.3	<i>Allowable Crosswind Component per RDC</i> (FAA, 2012).....	13
Tabel 2.4	Nama Arah Angin dan Sudutnya pada Diagram <i>Wind Rose</i> (Horonjeff, 2010)	16
Tabel 4.1	Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Sultan Syarif Kasim II	33
Tabel 4.2	Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Achmad Yani	34
Tabel 4.3	Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Syamsudin Noor.....	35
Tabel 4.4	Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Sam Ratulangi.....	35
Tabel 4.5	Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Sentani ...	36
Tabel 4.6	Data Angin di Bandara Sultan Syarif Kasim II	38
Tabel 4.7	Rekapitulasi hasil <i>Wind Coverage</i> dari <i>software WindRose PRO</i>	47
Tabel 4.8	Hasil Arah <i>Runway</i> Masing-Masing Bandara dengan Variasi Periode Data.....	71
Tabel 4.9	<i>Crosswind</i> yang Melewati Batas 16 knot pada Bandara Achmad Yani.....	98
Tabel 4.10	<i>Crosswind</i> yang Melewati Batas 16 knot pada Bandara Sam Ratulangi	99

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	105
Tabel L1.1 Data Angin Bandara Sultan Syarif Kasim II Tanggal 01 Januari 2017	107
Tabel L1.2 Data Angin Bandara Achmad Yani Tanggal 01 Januari 2017	109
Tabel L1.3 Data Angin Bandara Syamsudin Noor Tanggal 01 Januari 2017	111
Tabel L1.4 Data Angin Bandara Sam Ratulangi Tanggal 01 Januari 2017	113
Tabel L1.5 Data Angin Bandara Sentani Tanggal 01 Januari 2017	114
 LAMPIRAN 2	 115
Tabel L2.1 Data Tipe Pesawat di Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018	117
Tabel L2.2 Data Tipe Pesawat di Bandara Achmad Yani untuk Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018	119
Tabel L2.3 Data Tipe Pesawat di Bandara Syamsudin Noor untuk Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018	122
Tabel L2.4 Data Tipe Pesawat di Bandara Sam Ratulangi untuk Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018	124
Tabel L2.5 Data Tipe Pesawat di Bandara Sentani untuk Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018	126
 LAMPIRAN 3	 129
Tabel L3.1 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II (Bulanan tahun 2017).....	131
Tabel L3.2 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II (1 Tahunan)	132

Tabel L3.3 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II (5 Tahunan)	133
Tabel L3.4 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II (10 Tahunan)	134
Tabel L3.5 <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani (Bulanan tahun 2017)	135
Tabel L3.6 <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani (1 Tahunan)	136
Tabel L3.7 <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani (5 Tahunan)	137
Tabel L3.8 <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani (10 Tahunan)	138
Tabel L3.9 <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor (Bulanan tahun 2017)	139
Tabel L3.10 <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor (1 Tahunan)	140
Tabel L3.11 <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor (5 Tahunan)	141
Tabel L3.12 <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor (10 Tahunan)	142
Tabel L3.13 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi (Bulanan tahun 2017)	143
Tabel L3.14 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi (1 Tahunan)	144
Tabel L3.15 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi (5 Tahunan)	145
Tabel L3.16 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi (10 Tahunan)	146
Tabel L3.17 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani (Bulanan tahun 2017)	147
Tabel L3.18 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani (1 Tahunan)	148
Tabel L3.19 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani (5 Tahunan)	149
Tabel L3.20 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani (10 Tahunan)	150
Tabel L3.21 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II (Bulanan tahun 1978)	151

Tabel L3.22 <i>Wind Coverage</i> Bandara Achmad Yani (Bulanan tahun 1981)	152
Tabel L3.23 <i>Wind Coverage</i> Bandara Syamsudin Noor (Bulanan tahun 1990)	153
Tabel L3.24 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sam Ratulangi (Bulanan tahun 1987)	154
Tabel L3.25 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sentani (Bulanan tahun 2008)	155
Tabel L3.26 <i>Wind Coverage</i> untuk Data Angin Tidak Kontinyu	156
Tabel L3.27 <i>Wind Coverage</i> Bandara Sultan Syarif Kasim II Periode Data 1 Tahunan (1978-2017).....	157
Tabel L3.28 <i>Wind Coverage</i> Achmad Yani Periode Data 1 Tahunan (1980-2017)	159
Tabel L3.28 <i>Wind Coverage</i> Syamsudin Noor Periode Data 1 Tahunan (1978-2017)	161
Tabel L3.28 <i>Wind Coverage</i> Sam Ratulangi Periode Data 1 Tahunan (1978-2017)	163
Tabel L3.28 <i>Wind Coverage</i> Sentani Periode Data 1 Tahunan (1974-2017)	165
LAMPIRAN 4	167

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data yang dimiliki oleh *The United States Departement of Transportation* pada tahun 2015 tentang statistik kematian yang disebabkan oleh berbagai moda transportasi, pesawat terbang dikategorikan sebagai moda transportasi yang paling aman jika dibandingkan dengan transportasi lain seperti mobil, kereta, dan kapal. Pada tahun 2015, sekitar 848,1 juta penumpang terbang dari dan ke Amerika Serikat, dan hanya ada 444 kematian yang berkaitan dengan penerbangan (www.travelandleisure.com).

Dari alasan tersebut, pesawat terbang kini menjadi moda transportasi yang digemari oleh konsumen. Selain itu, penggunaan transportasi lewat udara ini juga dinilai lebih singkat dalam hal waktu. Serta semakin banyaknya maskapai penerbangan yang menawarkan biaya lebih murah juga menjadi daya tarik tersendiri bagi konsumen. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan menyatakan bahwa jumlah penumpang pesawat domestik dan internasional tumbuh sebesar 9,5 persen. Dari 116,8 juta penumpang pada tahun 2016 menjadi 128 juta penumpang pada tahun 2017 (www.bisnis.tempo.co). Semakin meningkatnya jumlah pesawat juga memberikan pengaruh kepada bandara.

Bandara merupakan kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya. (Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2018)

Dari berbagai fasilitas yang terdapat di bandara, *runway* atau landasan pacu memegang peranan paling penting. Karena disanalah tempat untuk mendarat dan lepas landas pesawat.

Dimana masalah penerbangan sering terjadi ketika pesawat sedang mendarat atau lepas landas.

Dalam mendesain *runway*, data angin memiliki pengaruh yang sangat besar dalam penentuan arah *runway*. Namun hingga saat ini, belum ada laporan studi yang menyatakan lama data angin yang harus dimiliki agar mampu mendesain *runway* yang dapat menjamin keselamatan penerbangan dalam operasional suatu bandara.

Berdasarkan laporan studi yang sebelumnya dilakukan oleh Arkoputra (2018) terjadi penurunan utilitas *runway* sebesar 2,5% yang disebabkan oleh pengaruh data angin baru terhadap orientasi *runway*.

Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini akan dilakukan studi untuk menentukan periode data angin yang harus dimiliki saat perencanaan *runway* agar *runway* yang digunakan tidak menyebabkan kegagalan dalam penerbangan.

Dalam tugas akhir ini ada beberapa variasi periode data angin yang akan digunakan, yaitu 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun. Studi dilakukan di berbagai bandara yang terdapat di Indonesia..

1.2 Rumusan Masalah

Dalam mendesain suatu *runway*, penentuan arah *runway* sangat bergantung pada data arah dan kecepatan angin karena angin sangat mempengaruhi gerakan pesawat. Sebisa mungkin meminimalisir terjadinya *crosswind* yang cenderung membahayakan pesawat saat melakukan *take-off* atau *landing*. Batas *crosswind* yang diijinkan sudah tercantum dalam FAA (*Federal Aviation Administration*). Mengingat lamanya data angin diperkirakan sangat mempengaruhi hasil arah *runway*, maka dalam tugas akhir ini akan dibahas beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pola angin untuk masing-masing bandara yang di studi?

2. Apakah perbedaan hasil arah *runway* dengan periode data angin 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun, cukup signifikan?
3. Berapa lama periode data angin yang dapat dijadikan dasar pada perencanaan suatu *runway*?
4. Bagaimana pengaturan operasional bandara yang diamati untuk mengatasi *crosswind* yang terjadi pada *runway*?

1.3 Lingkup Permasalahan

Mengingat lamanya data angin diperkirakan sangat mempengaruhi hasil analisis arah *runway*, maka tugas akhir ini hanya membahas variasi periode data angin. Data angin yang akan dianalisis bervariasi antara 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun. Adapun untuk mengetahui apakah analisis lama waktu data angin tersebut konsisten untuk semua daerah di Indonesia, maka dilakukan beberapa sampling di beberapa bandara sebagaimana ditunjukkan dalam lokasi studi.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui pola angin masing-masing bandara.
2. Mengetahui orientasi arah *runway* masing-masing bandara dengan periode data 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun.
3. Mendapatkan periode data angin yang dijadikan dasar pada perencanaan suatu *runway*.
4. Mengetahui pengaturan operasional bandara.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui periode data angin yang harus dijadikan dasar saat perencanaan *runway* agar dapat menjamin keselamatan penerbangan dalam operasional bandara.

1.6 Lokasi Studi

Lokasi bandara-bandara yang akan dilakukan studi dalam tugas akhir ini berjumlah 5 bandara yang tersebar di seluruh Indonesia. Alasan pemilihan bandara-bandara tersebut bergantung pada ketersediaan data arah dan kecepatan angin yang didapatkan dari NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Organization*). Selain itu lokasi dari bandara-bandara tersebut dipilih agar sebisa mungkin mencakup semua daerah di Indonesia. Lokasi bandara-bandara tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Lokasi Bandara-Bandara yang Diamati
(<http://maps.google.com>)

Keterangan Gambar 1.1:

1. Bandara Sultan Syarif Kasim II, Pekanbaru
2. Bandara Achmad Yani, Semarang
3. Bandara Syamsudin Noor, Banjarbaru
4. Bandara Sam Ratulangi, Manado
5. Bandara Sentani, Jayapura

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Angin

Angin dapat terjadi jika pada suatu saat terjadi perbedaan tekanan udara pada arah mendatar, maka akan terjadi gerakan perpindahan masa udara dari tempat dengan tekanan udara yang tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang rendah (Soepangkat, 1994).

Arah angin adalah arah darimana angin berhembus atau darimana arus angin datang dan dinyatakan dalam derajat yang ditentukan dengan arah perputaran jarum jam dan dimulai dari titik utara bumi dengan kata lain sesuai dengan titik kompas (Soepangkat, 1994). Umumnya arus angin diberi nama dengan arah darimana angin tersebut bertiup, misalnya angin yang berhembus dari utara maka angin utara.

Kecepatan angin adalah kecepatan dari menjalarnya arus angin dan dinyatakan dalam *knots* atau kilometer per jam maupun dalam meter per detik (Soepangkat, 1994). Karena kecepatan angin umumnya berubah-ubah, maka dalam menentukan kecepatan angin diambil kecepatan rata-ratanya dalam periode waktu selama sepuluh menit dengan dibulatkan dalam harga satuan knots yang terdekat. Keadaan ditentukan sebagai angin teduh (*calm*) jika kecepatan kurang dari satu *knots*.

2.2 Sirkulasi Angin

Sirkulasi angin yang paling berpengaruh di wilayah Indonesia antara lain angin periodik. Angin periodik adalah angin yang bertiup diatas permukaan bumi dimana pada waktu-waktu tertentu berbalik arah. Menurut Soepangkat, 1994 ada beberapa angin periodik yang diantaranya adalah:

- a. Angin darat dan angin laut, dengan periodik waktu berbalik arah setengah hari (siang dan malam). Angin darat dan angin laut merupakan angin periodik yang terdapat di daerah pantai, dimana pada siang hari terdapat angin laut yang bertiup dari laut ke daratan, sedangkan pada malam hari terdapat angin darat

yang bertiup dari daratan menuju ke laut. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara antara darat dan laut.

- b. Angin muson atau angin musim, dengan periode waktu berbalik arah setengah tahun atau enam bulan, dimana pada waktu musim panas mengalir masuk ke dalam benua dan pada waktu musim dingin mengalir keluar dari benua menuju samudera. Ini karena adanya pergerakan semu matahari secara membujur di wilayah tropis, yang menyebabkan adanya perbedaan tekanan antara benua dengan samudera.

2.3 Pengukur Angin

Pengukuran angin permukaan merupakan pengukuran arah dan kecepatan angin yang terjadi dipermukaan bumi dengan ketinggian antara 0.5 sampai 10 meter. Untuk menentukan arah angin, biasa digunakan alat yang dinamakan kantong angin. Sedangkan untuk mengukur kecepatan angin digunakan anemometer.

2.3.1 Kantong Angin

Di lapangan-lapangan terbang kebanyakan dipergunakan kantong angin. Kantong angin dapat berputar pada poros vertikal. Ekor kantong angin mempunyai data tangkap angin lebih besar dari ujung kantong angin. Dengan demikian darimanapun angin datang bertiup, kepala kantong angin senantiasa mengambil kedudukan menuju ke arah dari mana angin datang. Contoh kantong angin dapat dilihat pada Gambar 2.1.

2.3.2 Anemometer

Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan digunakan untuk mengukur arah, alat ini biasanya sering digunakan oleh balai cuaca. Anemometer berasal dari kata Yunani *anemos* yang berarti angin. Anemometer diciptakan pada tahun 1450 oleh seseorang berkewarganegaraan Italia, Leon Battista Alberti. Contoh anemometer dapat dilihat pada Gambar 2.2. Prinsip kerja dari anemometer dapat diringkas sebagai berikut:

- a. Angin mengadakan tekanan yang kuat pada bagian baling-baling yang berbentuk cekung (mangkuk).

- b. Bagian yang cekung akan berputar ke satu arah.
- c. Poros yang berputar dihubungkan dengan dinamo kecil.
- d. Bila baling-baling berputar maka akan terjadi arus listrik yang besarnya sebanding dengan kecepatan putaran.
- e. Besarnya arus listrik dihubungkan dengan galvanometer yang telah ditera dengan satuan kecepatan dalam knots, m/detik, atau km/jam.



Gambar 2.1 Kantong Angin (<http://nurulhedayat.blogspot.com>)



Gambar 2.2 Anemometer (<http://nurulhedayat.blogspot.com>)

Lamanya pengamatan maupun data hasil pencatatan biasanya disesuaikan dengan kepentingannya. Untuk kepentingan

iklim umumnya dicari rata-rata kecepatan dan arah angin selama periode 24 jam (nilai harian). Berdasarkan nilai ini kemudian dapat dihitung nilai mingguan, bulanan dan tahunannya.

2.4 Bandar Udara

Berdasarkan Peraturan Menteri (PM) 69 Tahun 2013 tentang Tata Nalun Kebandarudaraan Nasional, bandar udara diartikan sebagai kawasan daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya.

Ada beberapa fasilitas yang wajib dimiliki oleh bandara. Fasilitas-fasilitas tersebut digolongkan menjadi dua, yaitu:

a. Fasilitas Sisi Udara (*Air Side*)

Fasilitas sisi udara pada bandara meliputi *runway* (Landasan Pacu), *taxiway* (landasan hubung), *apron* (tempat parkir pesawat)

b. Fasilitas Sisi Darat (*Land Side*)

Fasilitas sisi darat pada bandara meliputi Terminal Bandara, *Curb* (tempat naik turun penumpang), parkir kendaraan.

2.5 Runway

Runway adalah area persegi panjang di permukaan bandara yang dipersiapkan untuk proses *takeoff* dan *landing* pesawat (Horonjeff, 2010). Suatu bandara bisa memiliki satu atau lebih *runway* tergantung pada kebutuhan dan kondisi. Orientasi suatu *runway* sangat bergantung pada arah angin dan kecepatan angin.

Berdasarkan Horonjeff (2010), istilah konfigurasi *runway* mengacu pada jumlah dan orientasi dari satu atau lebih landasan pacu di lapangan terbang. Ada beberapa konfigurasi *runway* dimana konfigurasi tersebut kebanyakan merupakan kombinasi dari beberapa konfigurasi dasar. Konfigurasi-konfigurasi tersebut adalah:

2.5.1 *Single Runway* (Landasan Tunggal)

Landasan tunggal merupakan konfigurasi *runway* yang paling sederhana dan dapat dilihat pada Gambar 2.3. Diperkirakan kapasitas landasan tunggal dalam kondisi *Visual Flight Rule* (VFR) antara 50 sampai 100 operasi per jam, sedangkan dalam kondisi *Instrument Flight Rule* (IFR) antara 50 sampai 70 operasi per jam, tergantung pada komposisi pesawat dan alat bantu navigasi yang tersedia.

2.5.2 *Parallel Runway* (Landasan Paralel)

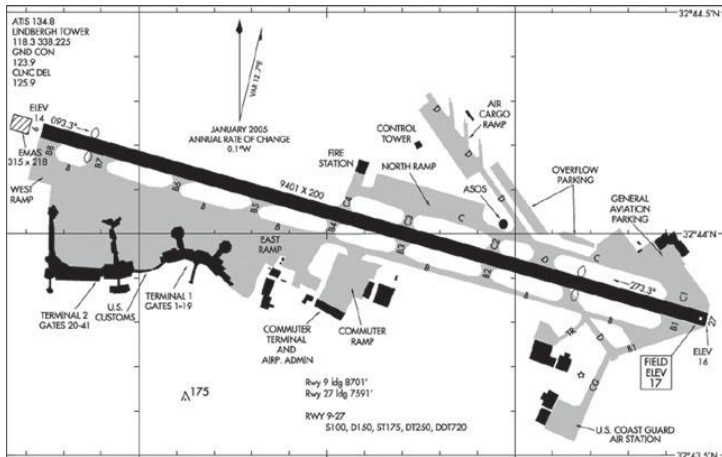
Kapasitas sistem landasan paralel bergantung pada jumlah *runway* dan jarak antar *runway*. Dua, tiga, dan empat landasan paralel adalah hal biasa. Jarak antara landasan paralel sangat bervariasi. Contoh landasan paralel dapat dilihat pada Gambar 2.4.

2.5.3 *Intersecting Runway* (Landasan Berpotongan)

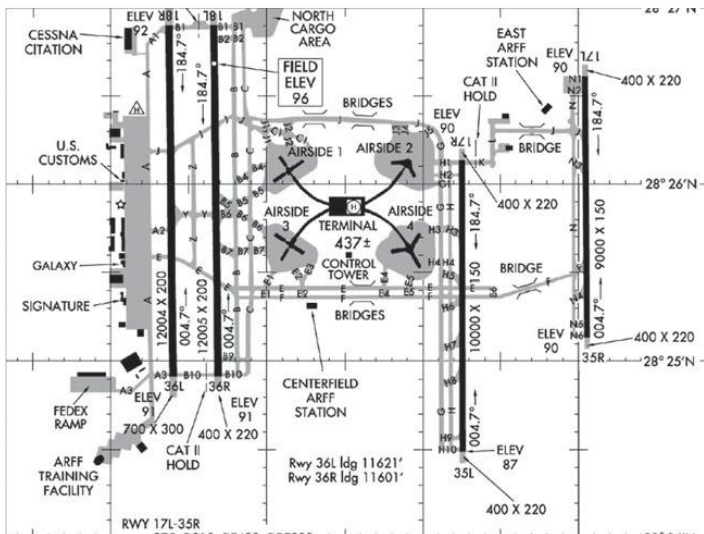
Landasan berpotongan diperlukan ketika angin terjadi angin yang relatif kencang terjadi dari lebih satu arah, sehingga terjadi *crosswind* dan ada satu *runway* yang tersedia. Ketika angin kencang, hanya satu landasan pacu yang dapat digunakan, menurunkan kapasitas lapangan udara. Kapasitas landasan berpotongan bergantung pada lokasi perpotongannya, seperti di tengah *runway* atau di dekat ujung *runway*. Landasan berpotongan dapat dilihat pada Gambar 2.5.

2.5.4 *Open-V Runway* (Landasan V-terbuka)

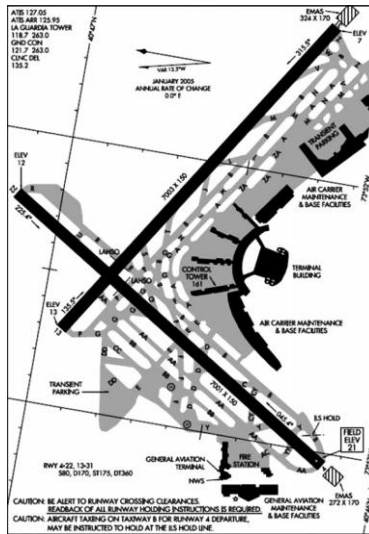
Runway yang berbeda arah tetapi tidak berpotongan biasa disebut landasan V-terbuka. Konfigurasi landasan V-terbuka dalam dilihat pada Gambar 2.6. Seperti landasan berpotongan, landasan V-terbuka akan berfungsi seperti seperti landasan tunggal ketika terjadi angin yang kencang dari suatu arah. Ketika angin tidak kencang, kedua *runway* dapat digunakan secara bersamaan.



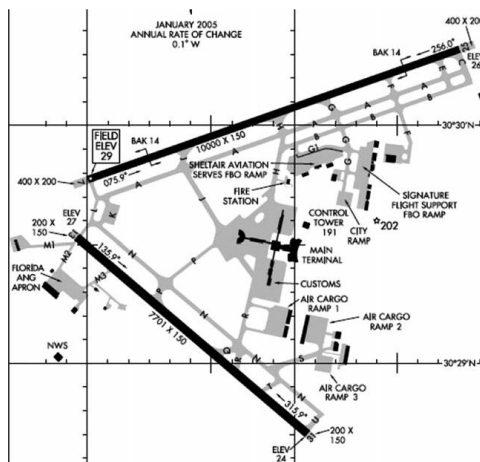
Gambar 2.3 Contoh *Single Runway*: San Diego International Airport (Horonjeff, 2010)



Gambar 2.4 Contoh *Parallel Runway*: Orlando International Airport (Horonjeff, 2010)



Gambar 2.5 Contoh *Intersecting Runway*: LaGuardia Airport, New York (Horonjeff, 2010)



Gambar 2.6 Contoh *Open-V Runway*: Jacksonville International Airport (Horonjeff, 2010)

Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan konfigurasi *runway* adalah sebagai berikut (Horonjeff, 2010):

a. Perbedaan kapasitas maksimum

Konfigurasi *runway* satu arah merupakan konfigurasi dengan hasil kapasitas tertinggi dibandingkan dengan konfigurasi *runway* yang lain.

b. Perbedaan arah dan kecepatan angin

Pada saat angin bertiup relatif kuat dan lebih dari satu arah, maka hanya salah satu *runway* dari konfigurasi V terbuka atau konfigurasi berpotongan yang dapat digunakan.

c. Kompleksitas pengendalian lalu-lintas udara

Dalam pengaturan lalu-lintas udara, konfigurasi berpotongan akan sangat sulit sedangkan konfigurasi tunggal akan lebih mudah.

d. Kelengkapan alat bantu navigasi

Alat bantu navigasi berperan dalam membantu pengendalian lalu-lintas di udara.

2.6 Orientasi Arah *Runway*

Dalam menentukan arah *runway*, angin mempunyai pengaruh yang besar. *Crosswind* atau angin yang bertiup dari samping dapat mengganggu keselamatan pesawat saat melakukan *takeoff* atau *landing*. Pesawat terkecil menjadi pesawat yang paling kritis dalam merencanakan orientasi *runway* karena pesawat kecil lebih rentan mengalami gangguan apabila terjadi *crosswind* saat berada di landasan pacu.

FAA telah membentuk *allowable crosswind component* (ACC) yang bergantung pada *Runway Design Code* (RDC). RDC merupakan kode yang tersusun oleh huruf kapital dan angka romawi. Kode huruf kapital merupakan penggolongan berdasarkan *aircraft approach speed* dapat dilihat pada Tabel 2.1. Sedangkan angka romawi merupakan penggolongan berdasarkan lebar sayap atau tinggi ekor suatu pesawat dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Orientasi atau arah *runway* akan ditentukan oleh *usability factor* atau prosentase penggunaan *runway* harus dibawah batas maksimum *crosswind*. ICAO menetapkan bahwa *runway* dapat

digunakan apabila prosentase *usability factor* atau distribusi arah angin yang bertiup pada *runway* mayoritas mengarah pada satu arah mencapai 95%. Prosentase terbesar dari angin akan menjadi arah dari *runway*. Arah *runway* dapat ditentukan dengan menggunakan *windrose*.

Tabel 2.1 *Aircraft Approach Categories* (FAA, 2012)

Category	Approach Speed (knots)
A	<91
B	91-120
C	121-140
D	141-166
E	>166

Tabel 2.2 *Aircraft Design Group* (FAA, 2012)

Group Number	Tail Height (feet)	Wingspan (feet)
I	<20	<49
II	20 - <30	49 - <79
III	30 - <45	79 - <118
IV	45 - <60	118 - <171
V	60 - <66	171 - <214
VI	66 - <80	214 - <262

Tabel 2.3 *Allowable Crosswind Component per RDC* (FAA, 2012)

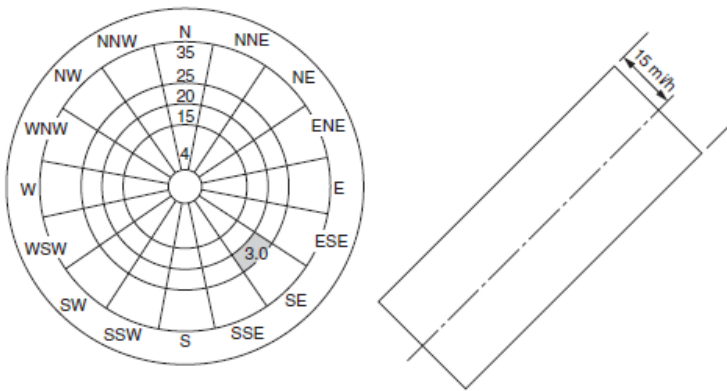
RDC	Allowable Crosswind Components (knots)
A-I and B-I *	10,5
A-II and B-II	13
A-III, B-III, C-I through D-III, D-I through D-III	16
A-IV and IV, C-IV through C-VI, D-IV through D-VI	20
E-I through E-VI	20

* Includes A-I and B-I small aircraft

2.7 Wind Rose (Mawar Angin)

Wind Rose merupakan sebuah metode penggambaran informasi mengenai kecepatan dan arah angin pada suatu lokasi tertentu. Mawar angin digambarkan dalam format melingkar dengan skema frekuensi angin yang berhembus dari arah tertentu. Panjang setiap mahkota menunjukkan tingkat frekuensi berhembusnya angin dari arah tersebut, bernilai nol di pusat mawar dan terus meningkat hingga tepi mawar.

Data angin diolah menjadi prosentase masing-masing arah angin pada kecepatan tertentu dari semua kejadian. Prosentase tersebut disebar dalam bentuk *wind rose*.



Gambar 2.7 *Wind Rose Concentric Circle Diagram* (kiri) dan *Radial Lines* (kanan) (Horonjeff, 2010)

Diagram ini dibuat dalam bentuk lingkaran konsentris (*concentric circle*) yang kemudian dipotong oleh garis-garis yang diputar setiap 10 derajat melalui titik tengah diagram sebagai porosnya. Garis-garis yang memotong diagram ini akan kita sebut dengan nama *radial lines*. Jadi, dalam metode analisis ini terdapat dua komponen yang perlu dibuat yakni *concentric circle diagram* dan *radial lines* yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Kecepatan angin ditulis pada jarak antara lingkaran sesuai skala dengan nilai kecepatan semakin besar ketika semakin

menjauh dari pusat lingkaran. Prosentase di arah tertentu ditulis pada daerah di dalam potongan garis dan lingkaran. Bentuk data seperti ini dapat memudahkan analisis kondisi angin dengan memberi angka pada prosentase kejadian di masing-masing arah azimuth yang telah terjadi.

Untuk mengetahui total prosentase kejadian angin pada satu bentang derajat azimuth tertentu dengan batas kecepatan *crosswind* yang diperbolehkan, dengan menarik garis lurus sepanjang bentang arah angin. Tarik juga dua garis sejajar *radial lines* dengan jarak sebesar batas *crosswind*.

Untuk mengetahui cakupan angin dari suatu bentang arah, cukup menjumlahkan semua angka kejadian yang berada dalam daerah *template*. Proses ini merupakan analisis *wind rose* dengan cara manual. Hasil dari analisis *wind rose* adalah evaluasi apakah cakupan angin yang terjadi di arah yang dihasilkan sudah mencapai 95% dari hembusan total kejadian. Metode ini dipilih karena tujuan kemudahan dan akurasi analisis yang didapatkan dari *Federal Aviation Administration* (FAA).

Berikut merupakan langkah-langkah untuk membuat diagram *wind rose*:

- a. Buat lingkaran penuh 360° yang berpusat pada suatu titik tengah. Jumlah lingkaran yang dibuat bergantung dari banyaknya jenis kecepatan terjadi pada lokasi rencana. Jari-jari yang dibuat harus proporsional dan mewakili kecepatan yang ada.
- b. Lingkaran tersebut dibagi sama rata sesuai arah angin yang terjadi. Lingkaran paling kecil dibiarkan utuh dan tidak perlu dibagi. Nama mata angin mengikuti derajat azimuth arah yang sesuai.
- c. Tabel 2.4 menunjukkan derajat dan arah angin yang sesuai.
- d. Buat *template* berbentuk persegi panjang dengan garis tengah sebagai garis bantu. Pangjang dari persegi panjang melebihi lingkaran dan lebarnya disesuaikan dengan kecepatan *crosswind* tiap sisinya pada diagram *wind rose*.

- e. Bidang persegi atau *template* diputar pada porosnya secara konsisten dengan pada tiap sudutnya, prosentase kecepatan angin yang terdapat di dalam bidang persegi panjang dihitung jumlahnya. Lakukan hal yang sama pada tiap sudut untuk mencari nilai prosentase angin yang terbesar.
- f. Setelah mendapatkan sudut dengan prosentase kejadian angin terbesar minimal 95%, maka arah dari *runway* dapat digunakan dalam perencanaan.

Tabel 2.4 Nama Arah Angin dan Sudutnya pada Diagram *Wind Rose* (Horonjeff, 2010)

Arah Angin	Sudut
N	0,0
NNE	22,5
NE	45,0
ENE	67,5
E	90,0
ESE	112,5
SE	135,0
SSE	157,5
S	180,0
SSW	202,5
SW	225,0
WSW	247,5
W	270,0
WNW	292,5
NW	315,0
NNW	337,5

2.8 Gaya Angin yang Diterima Pesawat

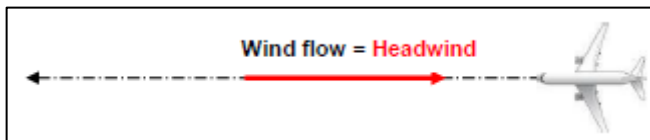
Saat terbang, angin menciptakan efek pada badan pesawat. Angin mendorong pesawat di udara dan pilot akan mengimbangi efek tersebut dalam rangka untuk mendarat, untuk melakukan navigasi, dan untuk mengikuti bantuan radio navigasi ke jalur landasan.



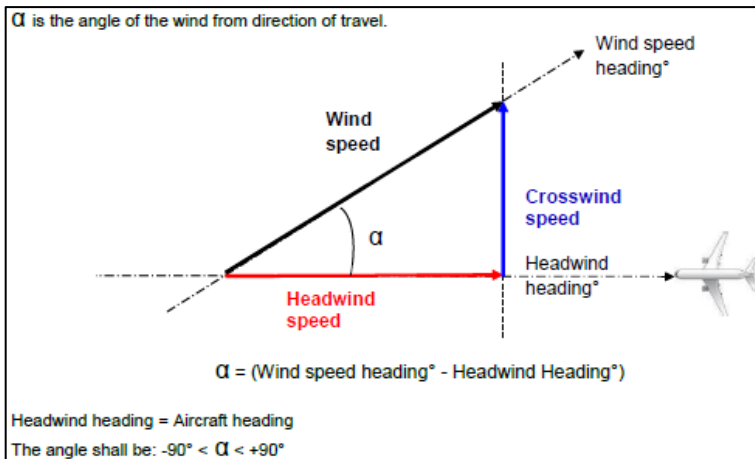
Gambar 2.8 Indikator Angin pada *Board Cabin* Pesawat (IVAO, 2015)

2.8.1 *Headwind*

Headwind merupakan angin yang berhembus berlawanan arah dengan arah terbang suatu pesawat. Gambar 2.9 menunjukkan konfigurasi terbaik untuk melakukan *landing* atau *takeoff*. Sedangkan konfigurasi arah angin yang dapat dikategorikan sebagai *headwind* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



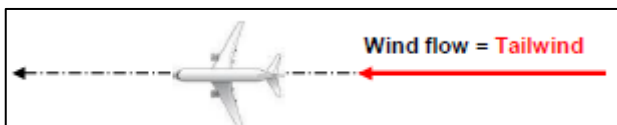
Gambar 2.9 *Headwind* (IVAO, 2015)



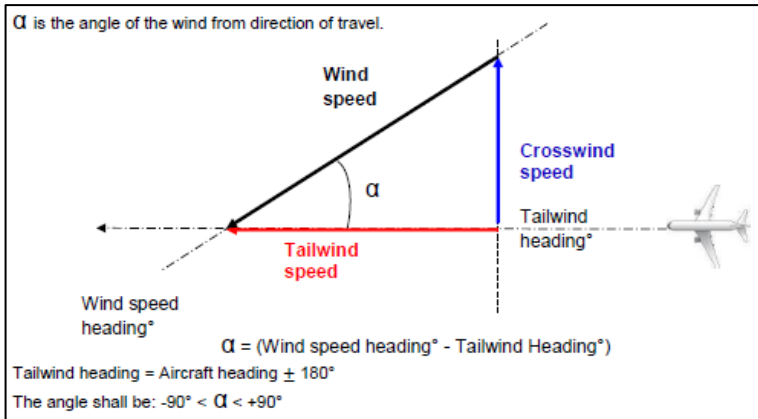
Gambar 2.10 Konfigurasi *Headwind* (IVAO, 2015)

2.8.2 *Tailwind*

Tailwind merupakan angin yang berhembus searah dengan arah terbang suatu pesawat. Gambar 2.11 menunjukkan rute terbaik untuk ditempuh suatu pesawat karena dapat menghemat waktu tempuh. Sedangkan Gambar 2.12 menunjukkan konfigurasi arah angin yang dapat dikategorikan sebagai *tailwind*.



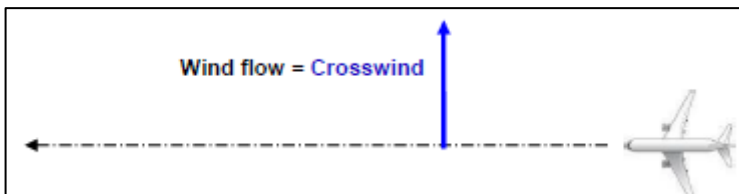
Gambar 2.11 *Tailwind* (IVAO, 2015)



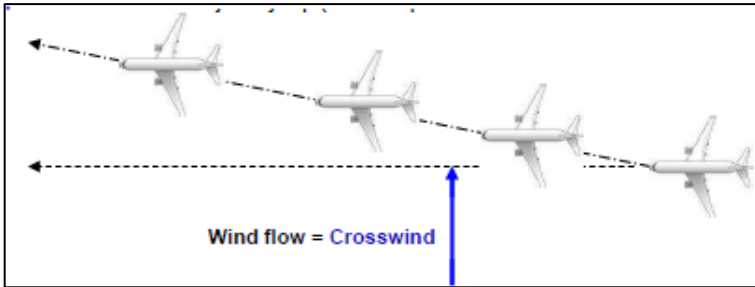
Gambar 2.12 Konfigurasi *Tailwind* (IVAO, 2015)

2.8.3 *Crosswind*

Crosswind merupakan angin yang berhembus tegak lurus dari arah terbang suatu pesawat. *Crosswind* dapat dilihat pada Gambar 2.13. Dalam pendaratan maupun penerbangan yang mengalami *crosswind* akan menjadi penerbangan yang sedikit menantang karena arah pesawat akan tergantung pada keadaan angin di daerah tersebut. Jika tetap memaksakan penerbangan dalam keadaan *crosswind*, maka yang terjadi pada pesawat dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.13 *Crosswind* (IVAO, 2015)

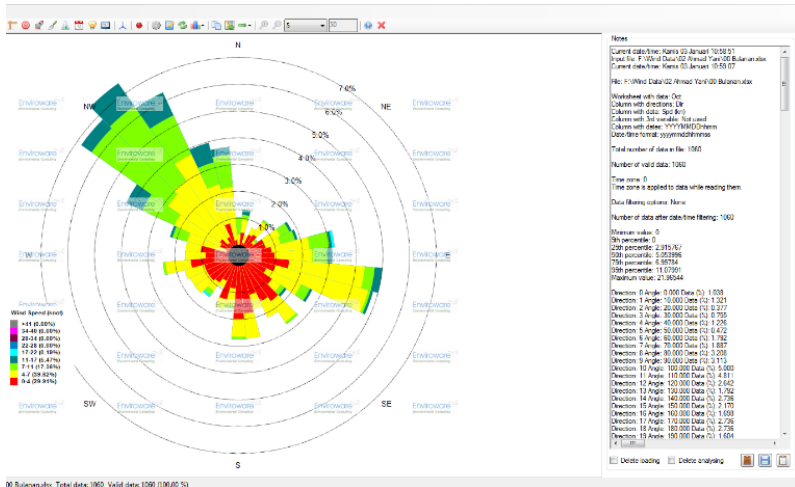


Gambar 2.14 Perubahan Arah Pesawat Akibat *Crosswind*
(IVAO, 2015)

2.9 WindRose PRO

WindRose PRO adalah aplikasi Windows yang dapat digunakan untuk menganalisis dan merencanakan variabel arah mulai dari data mentah atau dari frekuensi data tersebut. WindRose PRO tidak hanya dapat digunakan untuk merepresentasikan mawar angin (*wind rose*), tetapi juga memungkinkan untuk merepresentasikan variabel arah lainnya. *Wind rose* adalah bagan yang memberikan pandangan tentang bagaimana kecepatan angin dan arah angin didistribusikan di suatu lokasi selama periode waktu tertentu. Bagan tersebut adalah representasi yang sangat berguna karena sejumlah besar data dapat dirangkum dalam satu plot.

Software WindRose PRO dapat diunduh secara resmi dari Enviroware (<https://www.enviroware.com/portfolio/windrose-pro3/>). Dalam tugas akhir ini digunakan versi *evaluate*, sehingga *software* hanya bisa digunakan selama 1 minggu saja. Setelah 1 minggu *software* sudah tidak dapat digunakan. Sehingga harus menggunakan PC (*personal computer*) yang berbeda bila masih ingin menggunakannya lagi.



Gambar 2.15 WindRose PRO

2.10 Studi Sebelumnya

Dalam sub-bab ini akan dijabarkan studi-studi sebelumnya yang dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Studi sebelumnya dilakukan oleh Arkoputra yang berjudul “Simulasi Utilitas Sisi Udara Suatu Bandara terhadap Kesesuaian dengan Data Arah Angin Rencana”. Arkoputra melakukan studi pada 2 bandara yaitu Bandara Tunggul Wulung Cilacap dan Bandara Ahmad Yani Semarang.

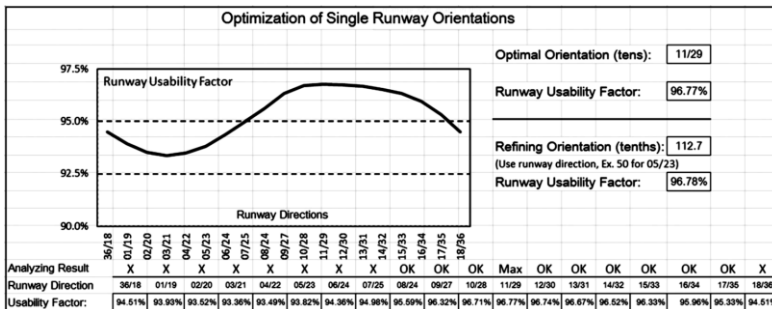
Pada Bandara Cilacap, penurunan utilisasi sebesar 2,38%. Angka tersebut didapatkan dari mencari perbandingan dari jumlah data yang ditemukan melebihi batas dengan total data *above average*, sehingga menurunkan utilisasi *runway* menjadi $99,9\% - 2,38\% = 97,52\%$.

Pada Bandara Semarang, penurunan utilisasi sebesar 2,5%. Sehingga menurunkan utilisasi *runway* menjadi $99,9\% - 2,5\% = 97,4\%$.

Pada tahun 2013 Sze-Wei Chang menerbitkan sebuah artikel secara online dengan judul “*Crosswind-Based Optimization of Multiple Runway Orientations*”.

Chang mengembangkan sebuah model komputer yang diberi nama *Optimization of Multiple Runway Orientations* (OMRO). Dimana model tersebut mampu menyediakan kombinasi orientasi untuk *multiple runway* yang sesuai dengan aturan FAA dan ICAO, yaitu memenuhi *usability factor* sebesar minimal 95%.

Dalam model tersebut, dihasilkan sebuah grafik antara arah *runway* dengan *usability factor* atau *wind coverage* seperti pada Gambar 2.16. Alasan pemilihan grafik tersebut karena dalam menentukan arah suatu *runway* ada banyak faktor yang mempengaruhi, seperti area yang tersedia, hambatan yang ada, kesulitan topografi, gangguan di jalur penerbangan pada *runway* maupun bandara, polusi suara, dan dampak lingkungan lainnya. *Wind coverage* dianggap mampu menutupi faktor-faktor tersebut.



Gambar 2.16 Grafik Arah *Runway* vs *Usability Factor*

BAB III METODOLOGI

Pada tugas akhir Analisis Kebutuhan Periode Data Angin dalam Menentukan Arah *Runway* ini, diperlukan beberapa kajian yang harus ditinjau. Oleh karena itu, untuk mempermudah langkah-langkah penyusunan tugas akhir ini dibuat metodologi yang bertujuan untuk mengarahkan dan mengefektifkan waktu serta hasil yang ingin dicapai.

Tahapan pengerjaan yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahap, antara lain:

1. Identifikasi masalah
2. Studi Pustaka
3. Pengumpulan data
4. Analisis data
5. Hasil pengerjaan

Tiap-tiap tahapan pengerjaan tugas akhir akan dijelaskan lebih terperinci pada poin selanjutnya.

3.1 Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan langkah awal dalam mengerjakan tugas akhir. Identifikasi masalah merupakan proses penentuan *gap analysis*, dimana dalam *gap analysis* terdapat *current state* dan *ideal state*.

a. *Current State*

Hingga saat ini belum ada laporan studi yang menyatakan lama periode data angin yang harus dimiliki agar mampu mendesain *runway* yang dapat menjamin keselamatan penerbangan dalam operasional suatu bandara.

b. *Ideal State*

Adanya studi yang menyatakan lama periode data angin yang harus dimiliki agar mampu mendesain *runway* yang dapat menjamin keselamatan penerbangan dalam operasional suatu bandara.

3.2 Studi Pustaka

Tahap studi pustaka yang dilakukan yaitu berupa pengumpulan berbagai teori yang mendukung dan berkaitan dengan kondisi serta permasalahan yang ada. Dalam penyusunan tugas akhir ini, diperlukan beberapa referensi untuk membantu dalam mencapai tujuan penulisan. Referensi yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Simulasi Utilitas Sisi Udara Suatu Bandara terhadap Kesesuaian dengan Data Arah Angin Rencana (Arkoputra, 2018)
- b. *Planning and Design of Airports* (Horonjeff, 2010)
- c. *Aerodrome Design Manual* (ICAO, 2006)
- d. *Headwind and Crosswind Calculations* (IVAO, 2015)
- e. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 69 Tahun 2013

Tahap studi pustaka ini, lebih lengkapnya telah dibahas pada Bab II Tinjauan Pustaka.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini hanya berupa data sekunder. Data-data tersebut berupa data arah dan kecepatan angin di masing-masing bandara serta data tipe pesawat yang beroperasi di masing-masing bandara.

3.3.1 Data Angin

Data angin yang digunakan dalam tugas akhir ini seluruhnya didapatkan dari NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Organization*). Untuk mendapatkan data dari NOAA dapat mengikuti tahap berikut:

- a. Kunjungi situs <http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/dataproduct>
- b. Pilih *Surface Data, Hourly Global (Over 10.000 worldwide sites)**
- c. Pilih *Advanced Option*
- d. Pilih *Country*: Indonesia
- e. Klik *Continue*
- f. Akan muncul semua stasiun pengamatan yang ada di Indonesia. Pilih stasiun yang diinginkan.

- g. Pilih *Wind Observation*
- h. Tentukan rentang waktu data yang diinginkan
- i. *Checklist Inventory Review* dan masukkan alamat e-mail
- j. Klik *Submit*
- k. Tunggu beberapa saat untuk data kemudian dikirim ke e-mail yang telah dicantumkan sebelumnya
- l. Data bisa diambil dari alamat yang telah dikirimkan ke e-mail. Data hanya berlaku selama 7 hari setelah dikirim ke e-mail. Setelah 7 hari, data sudah tidak bisa diakses dan harus memesan data lagi seperti dari awal.

Meskipun jenis data yang dipilih dalam situs adalah data perjam, namun tidak semua data tersedia secara perjam. Ada data yang tersedia setiap setengah jam, 1 jam, 3 jam, dan untuk data-data yang sudah lama bisa jadi perhari. Tidak semua data lengkap setiap harinya. Ada data yang memang tidak tersedia, baik harian, maupun tahunan. Untuk data-data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1. Bandara Sultan Syarif Kasim II
 - Tahun 1978-2017
- 2. Bandara Achmad Yani
 - Tahun 1980-2009
 - Tahun 2011-2017
- 3. Bandara Syamsudin Noor
 - Tahun 1978-2017
- 4. Bandara Sam Ratulangi
 - Tahun 1978-2017
- 5. Bandara Sentani
 - Tahun 1974-2013
 - Tahun 2015-2017

Contoh data angin di masing-masing bandara dapat dilihat pada Lampiran1. Data angin tidak seluruhnya dilampirkan karena jumlahnya terlalu banyak.

3.3.2 Data Tipe Pesawat

Data tipe pesawat yang digunakan dalam tugas akhir ini didapatkan dari situs [flightradar24.com](https://www.flightradar24.com). Situs tersebut merupakan situs *flight tracker* yang dapat memberikan data tipe-tipe pesawat yang *take-off* dan *landing* di suatu bandara.

Data tipe pesawat digunakan untuk menentukan batas *crosswind* yang nantinya juga berpengaruh pada penentuan orientasi arah suatu *runway*. Untuk mengunduh data dari situs tersebut dapat mengikuti langkah sebagai berikut:

- a. Kunjungi situs <https://www.flightradar24.com/>
- b. Masukkan nama bandara pada kolom *Search*
- c. Klik lokasi bandara
- d. Klik *More* yang terdapat pada sisi kiri bawah layar
- e. Klik menu *Arrivals*
- f. Blok data kedatangan pesawat lalu *copy* data ke Ms. Excel
- g. Lakukan langka (e) dan (f) untuk menu *Departures*

Contoh data kedatangan pesawat untuk satu hari di masing-masing bandara dapat dilihat pada **Error! Reference source not found..** Data pesawat tidak seluruhnya dilampirkan karena jumlahnya terlalu banyak.

3.3.3 Data Arah *Runway* Eksisting dan Jam Operasional Bandara

Data arah *runway* dan jam operasional bandara eksisting nantinya akan digunakan untuk pengaturan operasional bandara.

1. Bandara Sultan Syarif Kasim II
 - Arah *runway* : 18/36
 - Jam Operasional : 06.00 – 22.15 WIB
2. Bandara Achmad Yani
 - Arah *runway* : 13/31
 - Jam Operasional : 06.00 – 22.30 WIB
3. Bandara Syamsudin Noor
 - Arah *runway* : 10/28
 - Jam Operasional : 06.05 – 22.40 WITA

4. Bandara Sam Ratulangi

- Arah *runway* : 18/36
- Jam Operasional : 24 jam

5. Bandara Sentani

- Arah *runway* : 12/30
- Jam Operasional : 06.05 – 17.05 WIT

3.4 Analisis Data

Data-data yang telah diperoleh selanjutnya akan dianalisis menggunakan teori-teori yang telah dijelaskan dalam tinjauan pustaka. Hasil dari analisis ini nantinya akan menentukan lama periode data angin yang harus dijadikan acuan dalam perencanaan suatu *runway*.

3.4.1 Tahap analisis pola angin

Pada tahap ini akan dilakukan analisis pola angin di masing-masing bandara yang dilakukan studi dengan metode sebagai berikut:

- a. Dibuat grafik antara waktu dengan kecepatan angin untuk menunjukkan *hit* terbesar dalam periode waktu yang sudah ditentukan dalam rumusan masalah.

3.4.2 Analisis hasil arah *runway*

Pada tahap ini dilakukan analisis arah *runway* dengan menggunakan software WindRose PRO. Diperkirakan dari masing-masing periode data angin akan dihasilkan orientasi arah *runway* yang berbeda-beda. Pada tahap ini akan dilihat apakah perbedaan arah *runway* tersebut signifikan. Analisis pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

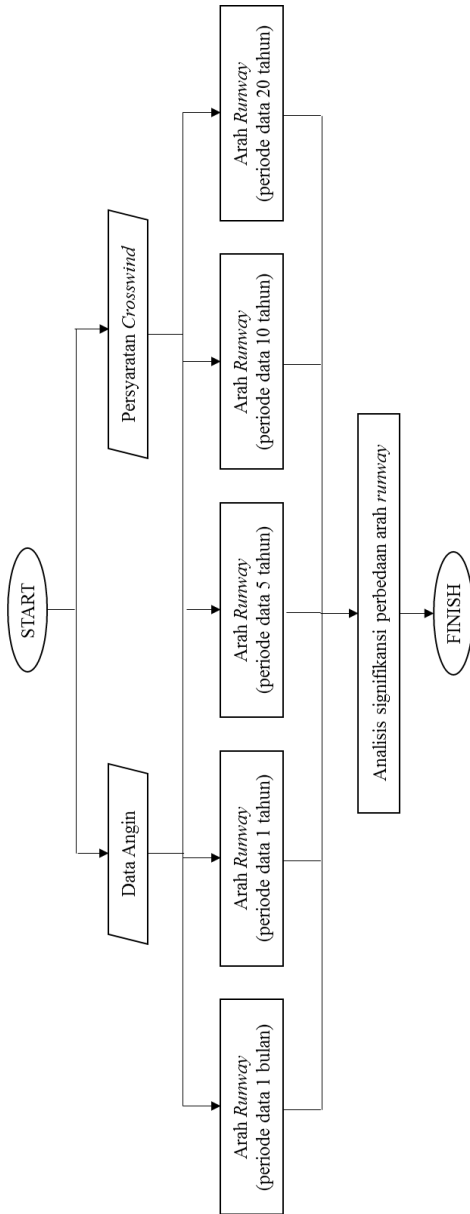
3.4.3 Penentuan periode data angin

Pada tahap ini akan dilakukan analisis pola angin di masing-masing bandara yang dilakukan studi dengan metode sebagai berikut:

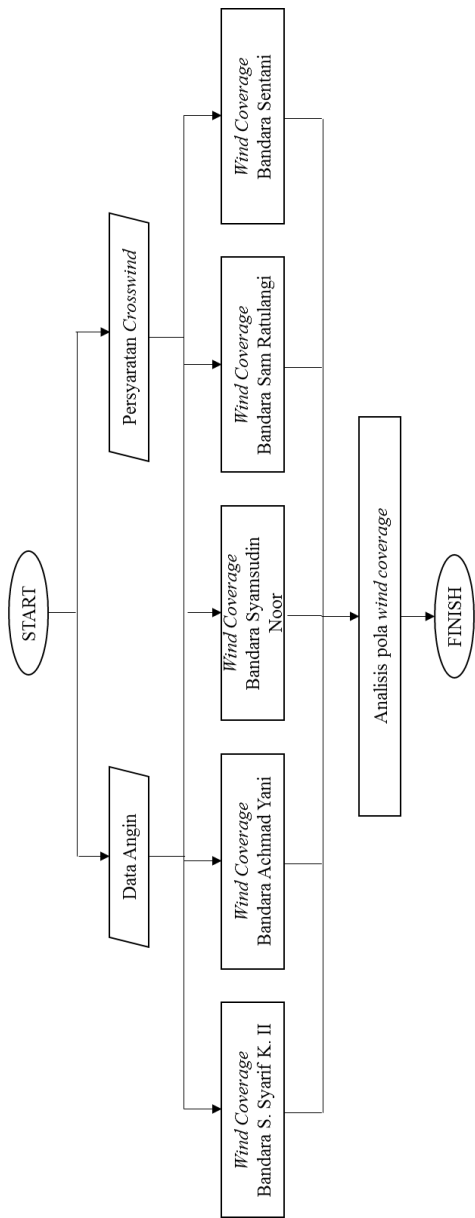
- a. Dibuat grafik antara arah *runway* dengan *wind coverage* untuk masing-masing bandara dan masing-masing periode seperti pada Gambar 2.16.

- b. Dari grafik-grafik yang sudah dimiliki, dilihat pada masing-masing bandara, mulai di periode manakah arah angin cenderung konsisten.
- c. Periode tersebut yang akan dijadikan dasar pada perencanaan suatu *runway*.

Analisis pada tahap ini dapat dilihat pada diagram alir di Gambar 3.2.



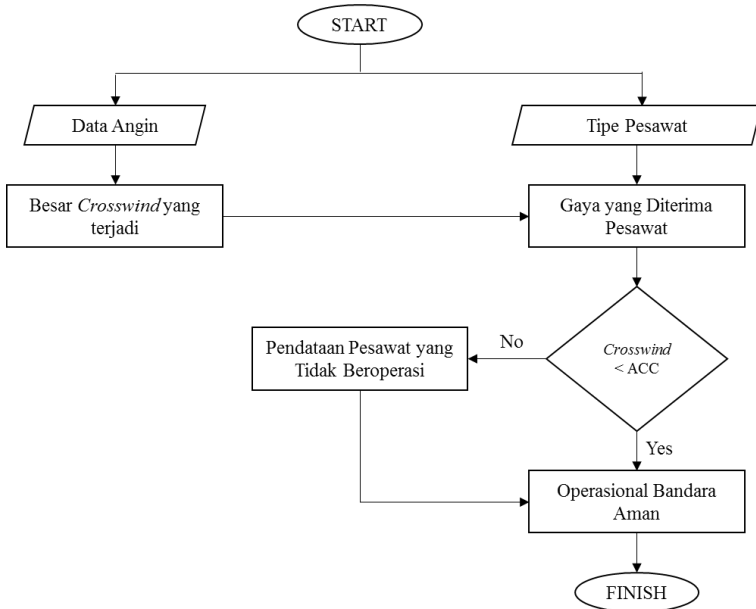
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Analisis Hasil Arah Runway



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Penentuan Periode Data Angin

3.4.4 Pegaturan operasional bandara

Pada tahap pengaturan operasional bandara ini dilakukan pengaturan operasi pesawat pada *runway*.



Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Operasional Bandara

3.4.5 Hasil Pengerjaan

Setelah mengolah data-data yang ada maka akan didapat hasil dari perencanaan yang terdiri dari:

5. Pola angin masing-masing bandara.
6. Hasil orientasi arah *runway* masing-masing bandara dengan periode data 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun.
7. Periode data angin yang dijadikan dasar pada perencanaan suatu *runway*.
8. Pengaturan operasional bandara.

Untuk diagram alir keseluruhan pengerjaan tugas akhir, dapat dilihat pada Lampiran 4.

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB IV ANALISA DATA

4.1 Tinjauan Umum

Analisis kebutuhan peride data angin dalam tugas akhir ini memerlukan beberapa data, diantaranya data arah dan kecepatan angin, data pesawat yang beroperasi di masing-masing bandara, dan data waktu operasional bandara.

4.2 *Allowable Crosswind Component* (AAC)

Dari situs flightradar24.com, didapatkan data berupa tipe-tipe pesawat yang beroperasi di masing-masing bandara. Data tersebut digunakan untuk menentukan *allowable crosswind component* (ACC) yang akan digunakan untuk menentukan orientasi *runway*. Untuk contoh data tipe pesawat di masing-masing bandara dapat dilihat pada Lampiran 2.

FAA telah menentukan batas ijin *crosswind* untuk masing-masing tipe pesawat yang didasarkan pada *Runway Design Code* (RDC) seperti yang telah tercantum pada Tabel 2.3.

4.2.1 Bandara Sultan Syarif Kasim II

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.1, ACC untuk Bandara Sultan Syarif Kasim II adalah 16 knot.

Tabel 4.1 Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Sultan Syarif Kasim II

No	Aircraft Type	Runway Design Code	Allowable Crosswind Component (knots)
1	A320-100	C-III	16
2	A320-200	C-III	16
3	A320neo	C-III	16
5	ATR 72-500	B-III	16
6	ATR 72-600	B-III	16
7	B737 MAX 8	C-III	16

Tabel 4.1 Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Sultan Syarif Kasim II (Lanjutan)

8	B737-500	C-III	16
9	B737-800	D-III	16
10	B737-900	D-III	16
11	CRJ-1000	C-III	16

4.2.2 Bandara Achmad Yani

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.2, ACC untuk Bandara Achmad Yani adalah 16 knot.

Tabel 4.2 Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Achmad Yani

No	Aircraft Type	Runway Design Code	Allowable Crosswind Component (knots)
1	A320-100	C-III	16
2	A320-200	C-III	16
3	A320neo	C-III	16
4	ATR 72-500	B-III	16
5	ATR 72-600	B-III	16
6	B737 MAX 8	C-III	16
7	B737-300	C-III	16
8	B737-500	C-III	16
9	B737-800	D-III	16
10	B737-900	D-III	16
11	CRJ-1000	C-III	16

4.2.3 Bandara Syamsudin Noor

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.3, ACC untuk Bandara Syamsudin Noor adalah 16 knot.

Tabel 4.3 Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Syamsudin Noor

No	Aircraft Type	Runway Design Code	Allowable Crosswind Component (knots)
1	A320-100	C-III	16
2	A320-200	C-III	16
3	A320neo	C-III	16
4	ATR 72-500	B-III	16
5	ATR 72-600	B-III	16
6	B737 MAX 8	C-III	16
7	B737-500	C-III	16
8	B737-800	D-III	16
9	B737-900	D-III	16
10	CRJ-1000	C-III	16

4.2.4 Bandara Sam Ratulangi

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.4, ACC untuk Bandara Sam Ratulangi adalah 16 knot.

Tabel 4.4 Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Sam Ratulangi

No	Aircraft Type	Runway Design Code	Allowable Crosswind Component (knots)
1	A320-100	C-III	16
2	A320-200	C-III	16
3	A320neo	C-III	16
4	ATR 72	B-III	16
5	ATR 72-600	B-III	16
6	B737 MAX 8	C-III	16

Tabel 4.4 Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Sam Ratulangi (Lanjutan)

7	B737-500	C-III	16
8	B737-800	D-III	16
9	B737-900	D-III	16
10	CRJ-1000	C-III	16

4.2.5 Bandara Sentani

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.5, ACC untuk Bandara Sentani adalah 16 knot.

Tabel 4.5 Tipe Pesawat yang Beroperasi di Bandara Sentani

No	Aircraft Type	Runway Design Code	Allowable Crosswind Component (knots)
1	A320-100	C-III	16
2	A320-200	C-III	16
3	A320neo	C-III	16
4	ATR 42-300	B-III	16
6	ATR 72-600	B-III	16
8	B737 MAX 8	C-III	16
9	B737-300	C-III	16
10	B737-500	C-III	16
11	B737-800	D-III	16
12	B737-900	D-III	16
13	CRJ-1000	C-III	16

4.3 Data Angin

Data angin yang diperlukan berupa data arah dan kecepatan angin yang didapatkan dari NOAA, situs yang menyediakan data pengamatan angin berupa arah dan kecepatan di setiap stasiun yang ada di seluruh dunia.

Dari data-data yang telah didapatkan, dibuat grafik antara waktu dengan kecepatan untuk melihat pola angin yang terjadi di masing-masing bandara apabila terjadi hembusan angin yang diatas rata-rata yang mungkin terjadi pada *runway*.

Pada Tabel 4.6 merupakan data angin yang didapatkan dari NOAA untuk Bandara Sultan Syarif Kasim. Yang termasuk dalam data tersebut adalah arah angin dengan satuan derajat. Pada kolom *direction* (arah angin) terdapat data yang menunjukkan angka 999. Arti dari angka tersebut adalah *calm*. Dimana pada waktu pengamatan tidak ada hembusan angin yang terjadi. Karena tidak ada hembusan yang terjadi, maka pada kolom *speedd* (kecepatan angin), datanya berupa 0,0 knot.

Pada kolom *Date and Time*, format penulisannya berupa YYYYMMDDhhmm. Dimana YYYY merupakan tahun, MM untuk bulan, DD untuk hari, hh untuk jam, dan mm untuk menit. Format penulisan sengaja dibuat sedemikian rupa untuk mengikuti pola yang tersedia pada *software* WindRose PRO yang nantinya akan digunakan untuk membantu menganalisis data-data angin.

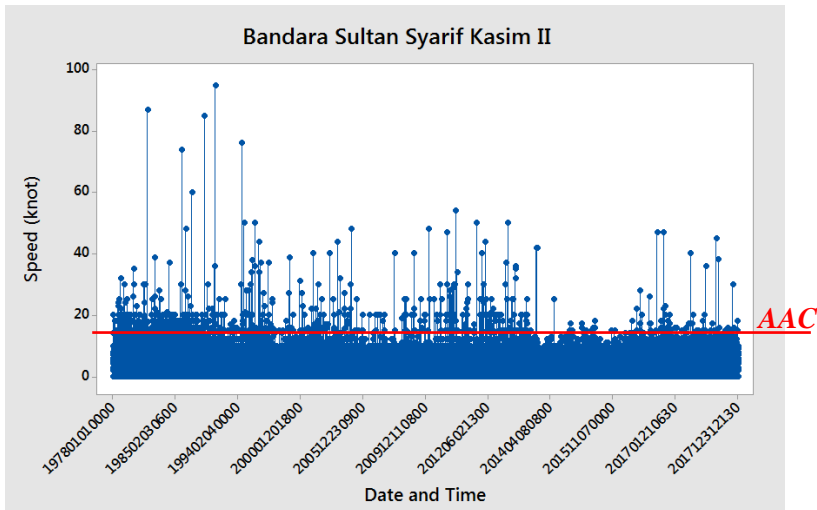
Untuk waktu pengamatan dilakukan setiap 30 menit. Namun tidak semua data tersedia karena ada stasiun-stasiun pegamatan yang hanya mengirimkan data ke NOAA pada saat jam operasional bandara saja. Selain itu juga bisa memang tidak tersedianya data pada waktu-waktu tertentu.

Untuk data angin pada bandara-bandara yang lain, formatnya sama seperti yang terdapat pada Tabel 4.6 dan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 4.6 Data Angin di Bandara Sultan Syarif Kasim II

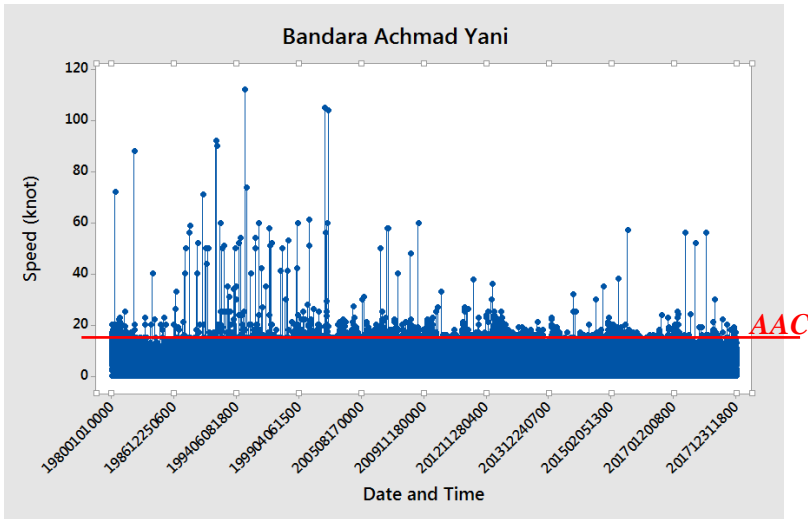
Name	Direction (Degree)	Date and Time (YYYYMMDDhhmm)	Speed (knot)
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010030	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010100	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010130	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	320	201701010200	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010230	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	320	201701010300	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	340	201701010330	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010430	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	330	201701010500	6.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010530	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	340	201701010600	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	340	201701010630	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	40	201701010730	12.1
SULTAN SYARIF KASIM II	20	201701010800	8.9
SULTAN SYARIF KASIM II	10	201701010830	8.0
SULTAN SYARIF KASIM II	330	201701010900	6.0
SULTAN SYARIF KASIM II	320	201701010930	7.0
SULTAN SYARIF KASIM II	330	201701011000	8.0

Untuk melihat pola angin yang terjadi, dari data tersebut dibuat grafik dengan menggunakan bantuan *software* Minitab. Minitab digunakan karena *software* tersebut mampu memproses data yang sangat banyak dalam waktu singkat. Bisa saja jika ingin menggunakan *software* yang umum seperti Microsoft Excel, namun akan membutuhkan waktu yang jauh lebih lama untuk memproses data yang banyak. Garis merah pada masing-masing grafik menunjukkan besar *allowable crosswind component* di masing-masing bandara seperti yang telah dibahas pada sub-bab 4.2.



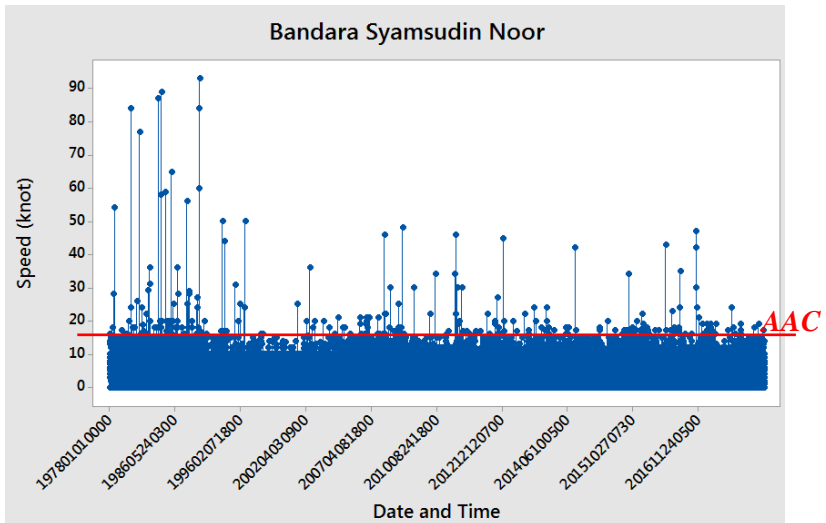
Gambar 4.1 Hasil Plot Data Angin pada Bandara Sultan Syarif Kasim II

Data pada Gambar 4.1 menunjukkan kecepatan angin terhadap waktu yang terjadi pada Bandara Sultan Syarif Kasim II. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada sub-bab 4.2, *allowable crosswind component* untuk Bandara Sultan Syarif Kasim II adalah 16 knot. Jumlah data angin yang dimiliki pada Bandara Sultan Syarif Kasim II sejak tahun 1978-2017 adalah sejumlah 144.993 data dan terdapat 381 data yang kecepatannya melebihi 16 knot. Jika diprosentasekan terhadap jumlah data keseluruhan, hanya terdapat 0,26% data yang melebihi batas AAC 16 knot.



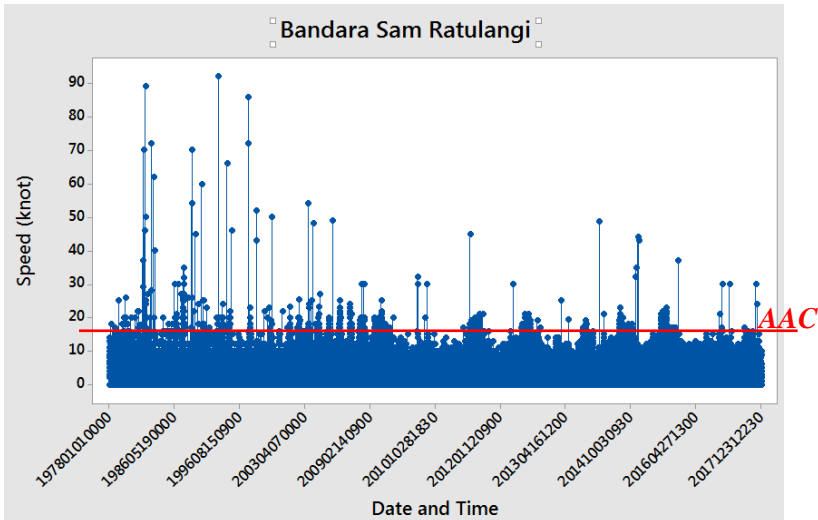
Gambar 4.2 Hasil Plot Data Angin pada Bandara Achmad Yani

Data pada Gambar 4.2 menunjukkan kecepatan angin terhadap waktu yang terjadi pada Bandara Achmad Yani. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada sub-bab 4.2, *allowable crosswind component* untuk Bandara Achmad Yani adalah 16 knot. Jumlah data angin yang dimiliki pada Bandara Achmad Yani sejak tahun 1980-2017 adalah sejumlah 123.545 data dan terdapat 643 data yang kecepatannya melebihi 16 knot. Jika diprosentasekan terhadap jumlah data keseluruhan, hanya terdapat 0,52% data yang melebihi batas AAC 16 knot.



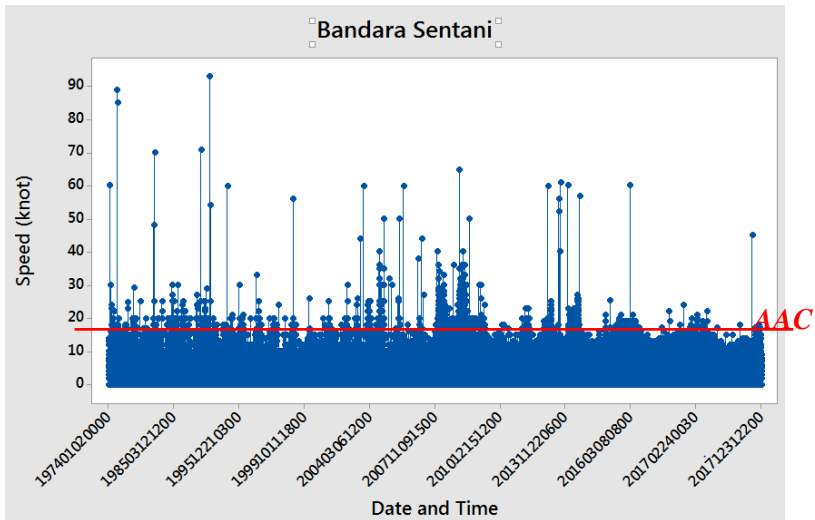
Gambar 4.3 Hasil Plot Data Angin pada Bandara Syamsudin Noor

Data pada Gambar 4.3 menunjukkan kecepatan angin terhadap waktu yang terjadi pada Bandara Syamsudin Noor. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada sub-bab 4.2, *allowable crosswind component* untuk Bandara Syamsudin Noor adalah 16 knot. Jumlah data angin yang dimiliki pada Bandara Syamsudin Noor sejak tahun 1978-2017 adalah sejumlah 133.219 data dan terdapat 199 data yang kecepatannya melebihi 16 knot. Jika diprosentasekan terhadap jumlah data keseluruhan, hanya terdapat 0,15% data yang melebihi batas AAC 16 knot.



Gambar 4.4 Hasil Plot Data Angin pada Bandara Sam Ratulangi

Data pada Gambar 4.4 menunjukkan kecepatan angin terhadap waktu yang terjadi pada Bandara Sam Ratulangi. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada sub-bab 4.2, *allowable crosswind component* untuk Bandara Sam Ratulangi adalah 16 knot. Jumlah data angin yang dimiliki pada Bandara Sam Ratulangi sejak tahun 1978-2017 adalah sejumlah 169.091 data dan terdapat 835 data yang kecepatannya melebihi 16 knot. Jika diprosentasekan terhadap jumlah data keseluruhan, hanya terdapat 0,49% data yang melebihi batas AAC 16 knot.



Gambar 4.5 Hasil Plot Data Angin pada Bandara Sentani

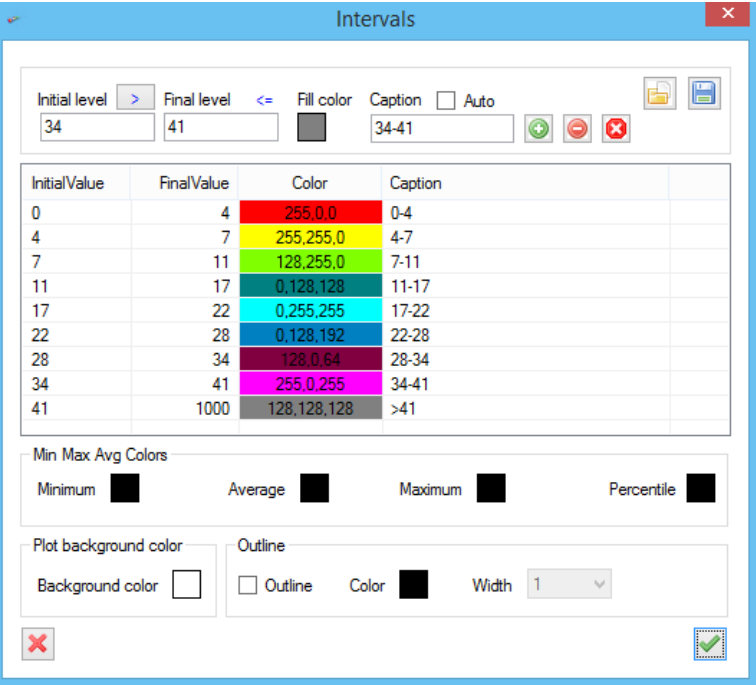
Data pada Gambar 4.5 menunjukkan kecepatan angin terhadap waktu yang terjadi pada Bandara Sentani. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada sub-bab 4.2, *allowable crosswind component* untuk Bandara Sentani adalah 16 knot. Jumlah data angin yang dimiliki pada Bandara Sentani sejak tahun 1974-2017 adalah sejumlah 83.222 data dan terdapat 1.149 data yang kecepatannya melebihi 16 knot. Jika diprosentasekan terhadap jumlah data keseluruhan, hanya terdapat 1,38% data yang melebihi batas AAC 16 knot.

4.4 Analisis Data Angin Menggunakan WindRose PRO

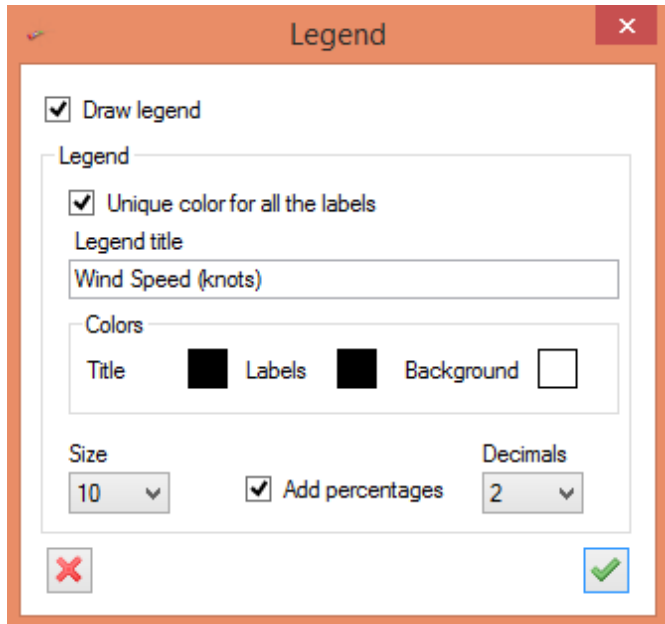
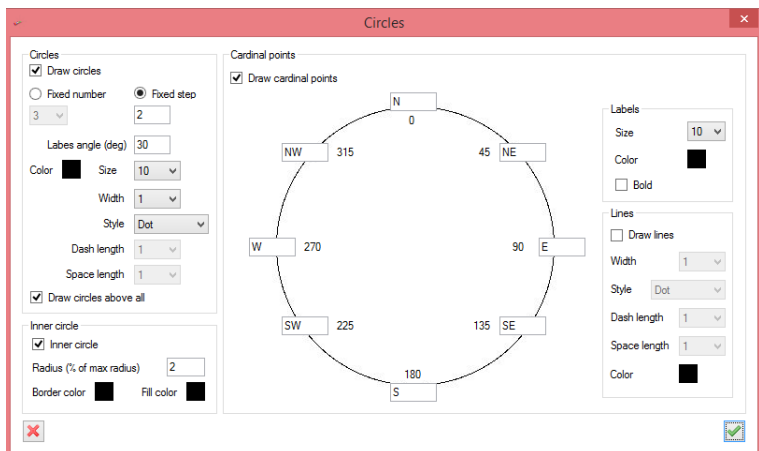
Analisa data angin dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* WindRose PRO. Data angin seperti yang telah tercantum pada Tabel 4.6 di *import* ke *software*. Kemudian dimasukkan pengaturan untuk *intervals* (Gambar 4.6), *legend* (Gambar 4.7), *circles* (Gambar 4.8), *crosswind* (Gambar 4.9), *date time* (Gambar 4.10).

Output dari *software* salah satunya berupa *wind coverage* pada setiap sepuluh derajat arah *runway*. Data *wind coverage* kemudian dibuat grafik untuk dibandingkan masing-masing periodenya.

Ada banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam penentuan arah suatu *runway*, seperti area yang tersedia, hambatan yang ada, kesulitan topografi, gangguan di jalur penerbangan pada *runway* maupun bandara, polusi suara, dan dampak lingkungan lainnya. Dari semua pertimbangan tersebut, pada akhirnya akan tetap kembali pada syarat utilitas *runway* minimal 95%. Oleh karena itu digunakan *wind coverage* sebagai analisis.



Gambar 4.6 Pengaturan *Intervals*

Gambar 4.7 Pengaturan *Legend*Gambar 4.8 Pengaturan *Circles*

Crosswind

☒ Crosswind component calculation

Design crosswind component

16

Gust factor

1

☐ Runway orientation (degree)

0

☒ Test all orientations with step (degree)

10

Gambar 4.9 Pengaturan *Crosswind*

Date Time

☒ Apply date time filter

Years

From

1000

To

3000

Months

☒ Jan☒ Feb☒ Mar☒ Apr☒ May☒ Jun

☒ Jul☒ Aug☒ Sep☒ Oct☒ Nov☒ Dec

None

Day of the week

☒ Mon☒ Tue☒ Wed☒ Thu☒ Fri☒ Sat☒ Sun

None

Day / Night

☐ Use day/night

Latitude

45

Time zone

1

☒ Day☐ Night

Longitude

12

Hours

☒ 00☒ 01☒ 02☒ 03☒ 04☒ 05☒ 06☒ 07☒ 08☒ 09☒ 10☒ 11

☒ 12☒ 13☒ 14☒ 15☒ 16☒ 17☒ 18☒ 19☒ 20☒ 21☒ 22☒ 23

None

Gambar 4.10 Pengaturan *Date Time*

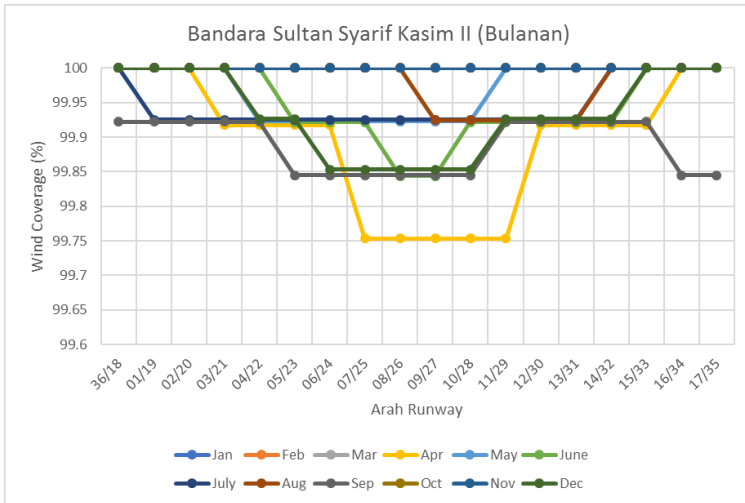
Tabel 4.7 Rekapitulasi hasil *Wind Coverage* dari *software* WindRose PRO

Arah Runway	Wind Coverage (%)									
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008
36/18	99.99	99.93	100	99.99	99.85	99.86	99.79	99.89	99.9	99.94
01/19	99.99	99.94	100	99.99	99.87	99.88	99.79	99.94	99.92	99.96
02/20	99.99	99.94	100	99.99	99.88	99.89	99.8	99.91	99.92	99.96
03/21	99.98	99.96	99.99	99.99	99.92	99.89	99.82	99.91	99.9	99.92
04/22	99.97	99.96	99.99	99.99	99.96	99.83	99.8	99.87	99.87	99.92
05/23	99.95	99.94	99.99	99.95	99.92	99.8	99.8	99.89	99.87	99.9
06/24	99.95	99.92	99.99	99.95	99.92	99.77	99.8	99.87	99.9	99.86
07/25	99.93	99.92	99.99	99.96	99.91	99.74	99.76	99.85	99.92	99.88
08/26	99.93	99.93	100	99.96	99.89	99.71	99.79	99.83	99.9	99.84
09/27	99.92	99.94	99.99	99.96	99.88	99.74	99.79	99.85	99.92	99.86
10/28	99.93	99.93	99.99	99.98	99.87	99.76	99.77	99.87	99.95	99.88
11/29	99.95	99.95	99.99	99.98	99.85	99.79	99.79	99.89	99.92	99.88
12/30	99.96	99.94	99.99	99.98	99.83	99.77	99.79	99.89	99.87	99.9
13/31	99.96	99.93	99.99	99.98	99.8	99.74	99.79	99.87	99.85	99.94
14/32	99.97	99.93	100	99.96	99.79	99.77	99.77	99.87	99.85	99.92
15/33	99.99	99.92	100	99.96	99.79	99.8	99.77	99.89	99.9	99.94
16/34	99.99	99.9	100	99.96	99.77	99.8	99.77	99.87	99.92	99.94
17/35	99.99	99.91	100	99.96	99.76	99.8	99.76	99.85	99.9	99.94

Salah satu *output* yang dihasilkan dari *software* WindRose PRO berupa *wind coverage*. Data tersebut kemudian dirangkum dalam tabel seperti yang tercantum pada Tabel 4.7. Tabel 4.7 menunjukkan hasil untuk Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan periode waktu data angin 1 tahun. Untuk rekapitulasi dari bandara-bandara yang lain dengan variasi periode data angin, dapat dilihat di Lampiran 3.

4.4.1 Periode Data 1 Bulan

Hasil *output* dari masing-masing bandara yang diamati dengan periode data 1 bulan, dapat dilihat pada Gambar 4.18 sampai dengan Gambar 4.22.

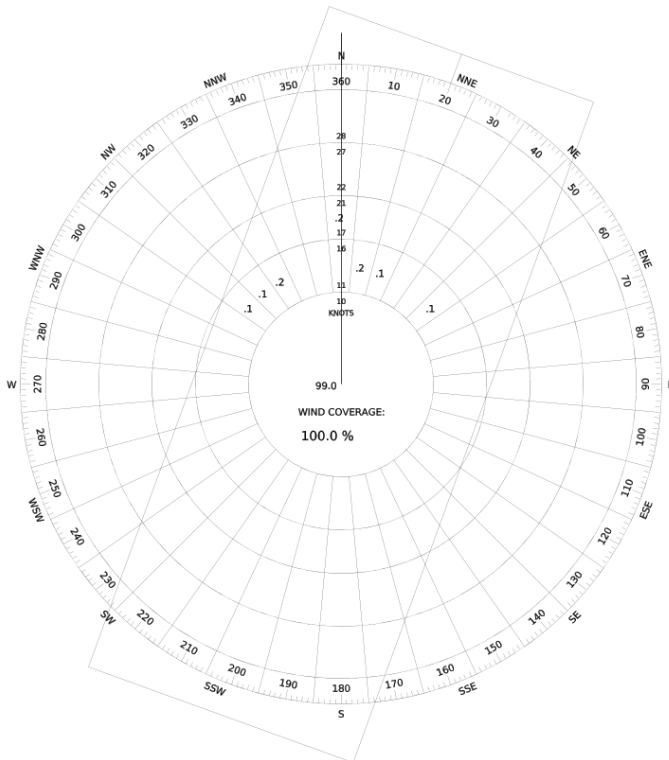


Gambar 4.11 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Bulan

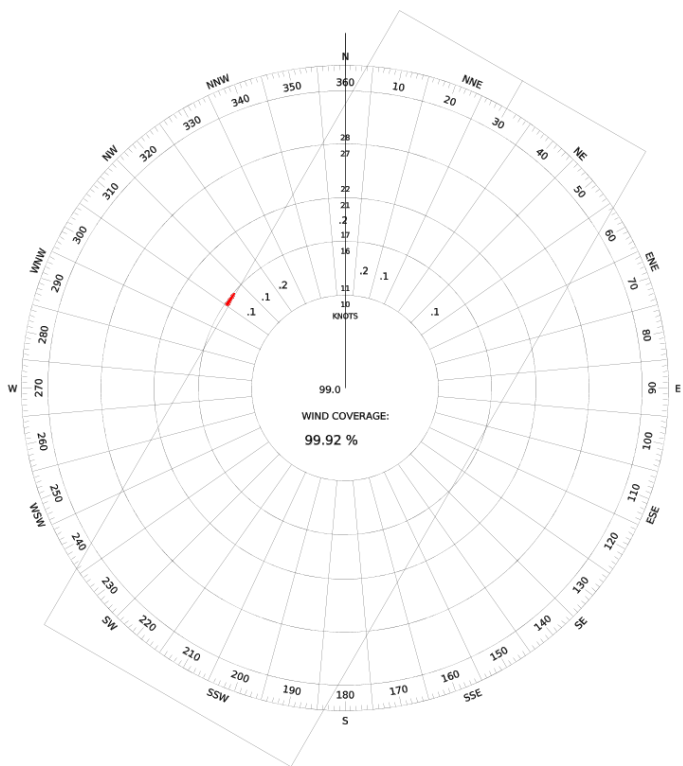
Grafik pada Gambar 4.11 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk periode 1 bulanan. Pada periode bulanan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2017. Digunakan tahun 2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan bulan yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada Bulan April (garis berwarna kuning), pada arah *runway* 07/25, 08/26, 09/27, 10/28, dan 11/29, memiliki nilai *wind coverage* yang sama yaitu 99,75%.

Pada Gambar 4.11 untuk bulan April, terjadi penurunan nilai *wind coverage* dari arah 02/20 ke arah 03/21. Penurunan tersebut dapat dilihat pada perbedaan dari Gambar 4.12 dan Gambar 4.13. Pada arah 310 terdapat sedikit perbedaan pada area yang tertutup garis batas *crosswind*. Perbedaan area tersebut ditunjukkan dengan warna merah yang ditunjukkan pada Gambar

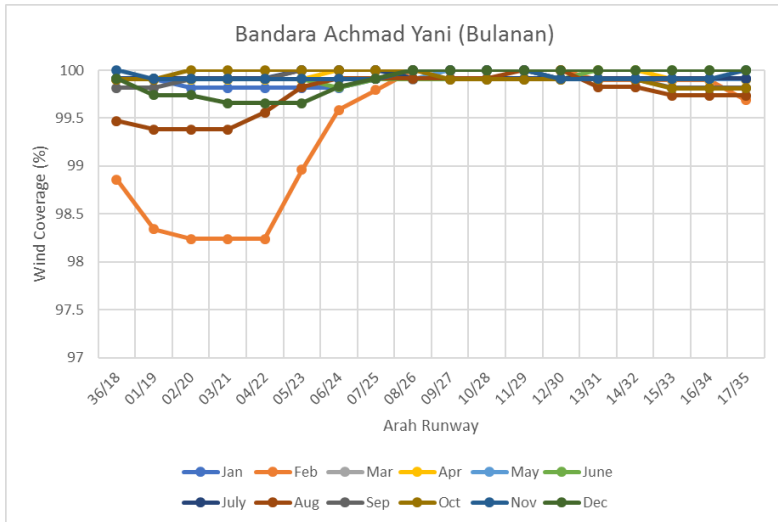
4.13. Perbedaan tersebut menyebabkan terjadinya perbedaan pula pada nilai *wind coverage*. Arsiran warna merah berada diluar garis batas *crosswind* sehingga besar nilai *crosswind* menurun. Dari sebelumnya 100% di arah 02/20 menjadi 99,92% di arah 03/21. Hal ini berlaku untuk semua grafik yang menunjukkan arah *runway* dengan *wind coverage*.



Gambar 4.12 *WindRose* Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk Bulan April pada Arah 02/20

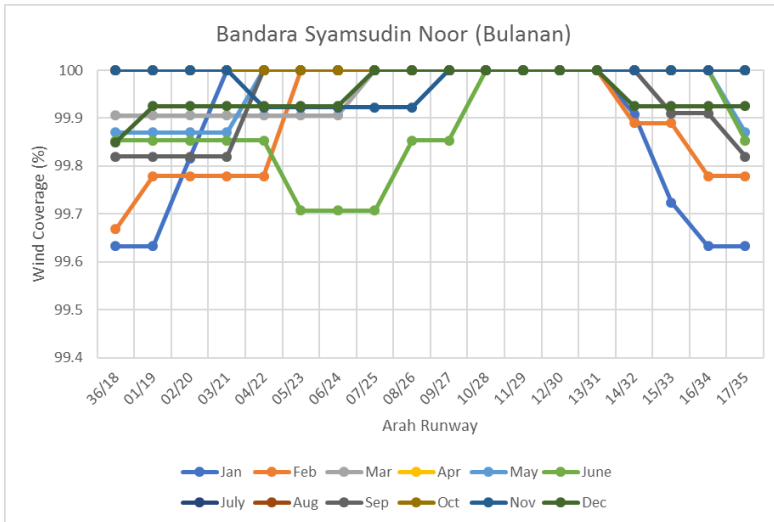


Gambar 4.13 *WindRose* Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk Bulan April pada Arah 03/21



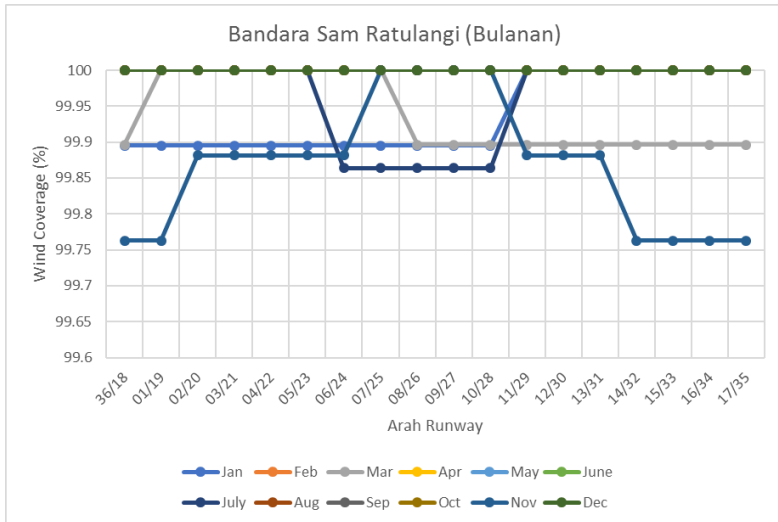
Gambar 4.14 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Bulan

Pembacaan grafik pada Gambar 4.14 sama dengan grafik pada Gambar 4.11. Grafik tersebut menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Achmad Yani untuk periode 1 bulanan. Pada periode bulanan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2017. Digunakan tahun 2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan bulan yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada Bulan Februari (garis berwarna oranye), pada arah *runway* 02/20, 03/21, 04/22, memiliki nilai *wind coverage* yang sama yaitu 98,24%. Pada arah 05/23, nilai *wind coverage* mengalami peningkatan menjadi 98,96%.



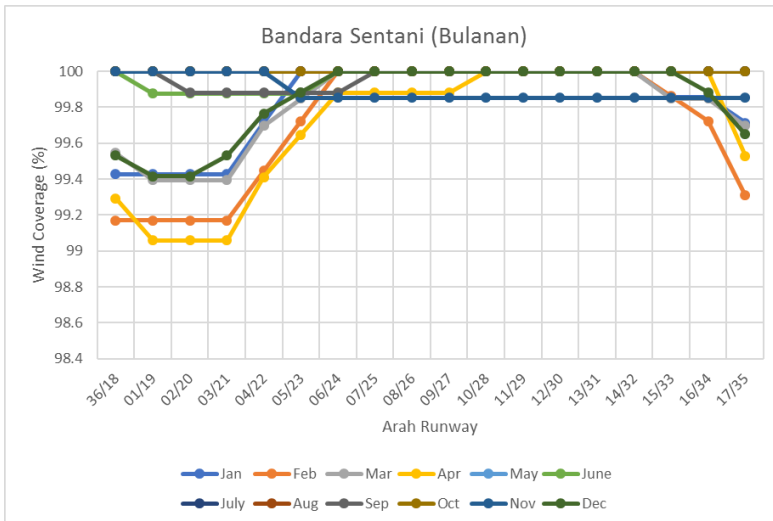
Gambar 4.15 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Bulan

Pembacaan grafik pada Gambar 4.15 sama dengan pembacaan pada grafik-grafik sebelumnya. Grafik tersebut menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Syamsudin Noor untuk periode 1 bulanan. Pada periode bulanan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2017. Digunakan tahun 2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan bulan yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada Bulan Juni (garis berwarna hijau), pada arah *runway* 05/23, 06/24, 07/25, memiliki nilai *wind coverage* yang sama yaitu 99,71%. Pada arah 08/26, nilai *wind coverage* mengalami peningkatan menjadi 99,85%.



Gambar 4.16 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Bulan

Pembacaan grafik pada Gambar 4.16 sama dengan pembacaan pada grafik-grafik sebelumnya. Grafik tersebut menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sam Ratulangi untuk periode 1 bulan. Pada periode bulanan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2017. Digunakan tahun 2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan bulan yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada Bulan Desember (garis berwarna hijau tua), pada semua arah *runway*, memiliki nilai *wind coverage* yang sama yaitu 100%. Grafik untuk periode bulan Februari, April, Mei, Juni, Agustus, September, dan Oktober, tidak terlihat pada Gambar 4.16 karena pada bulan-bulan nilai *wind coverage* untuk semua arah *runway* adalah 100%, sama seperti pada bulan Desember, sehingga grafik pada bulan-bulan tersebut semuanya tertutup oleh grafik milik bulan Desember.

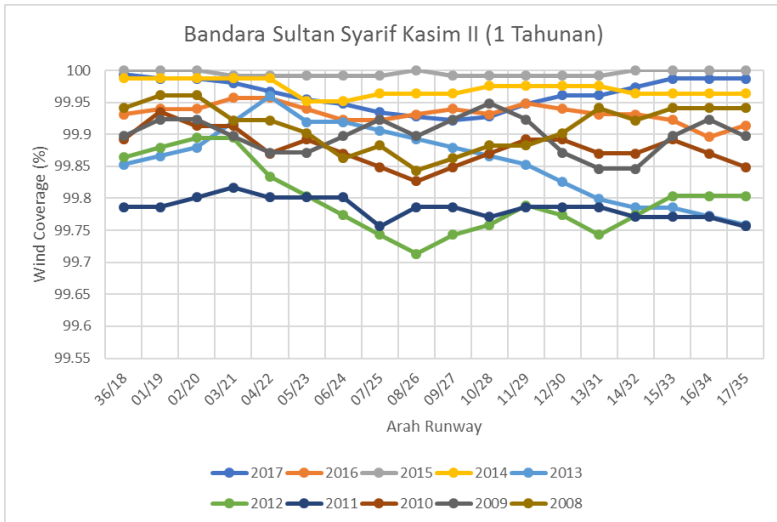


Gambar 4.17 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Bulan

Pembacaan grafik pada Gambar 4.17 sama dengan pembacaan pada grafik-grafik sebelumnya. Grafik tersebut menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sentani untuk periode 1 bulanan. Pada periode bulanan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2017. Digunakan tahun 2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan bulan yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada Bulan April (garis berwarna kuning), pada arah *runway* 36/18, memiliki nilai *wind coverage* 99,29%. Pada arah 01/19, nilai *wind coverage* mengalami penurunan menjadi 99,06%.

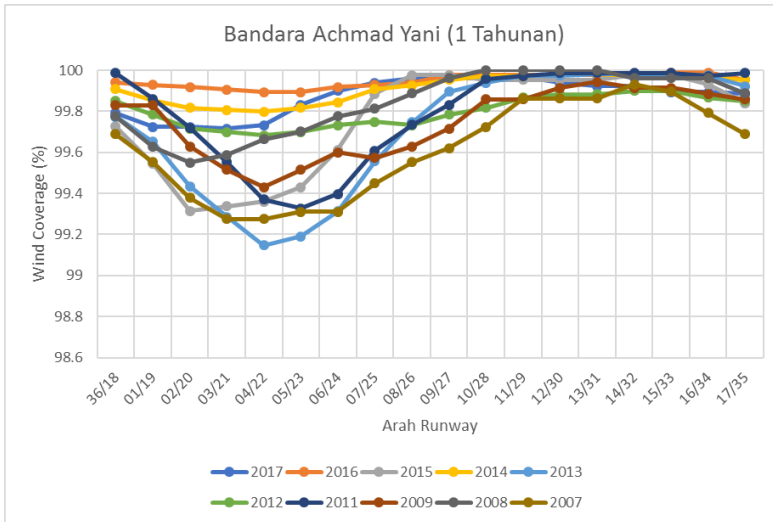
4.4.2 Periode Data 1 Tahun

Hasil *output* dari masing-masing bandara yang diamati dengan periode data 1 tahun, dapat dilihat pada Gambar 4.18 sampai dengan Gambar 4.22.



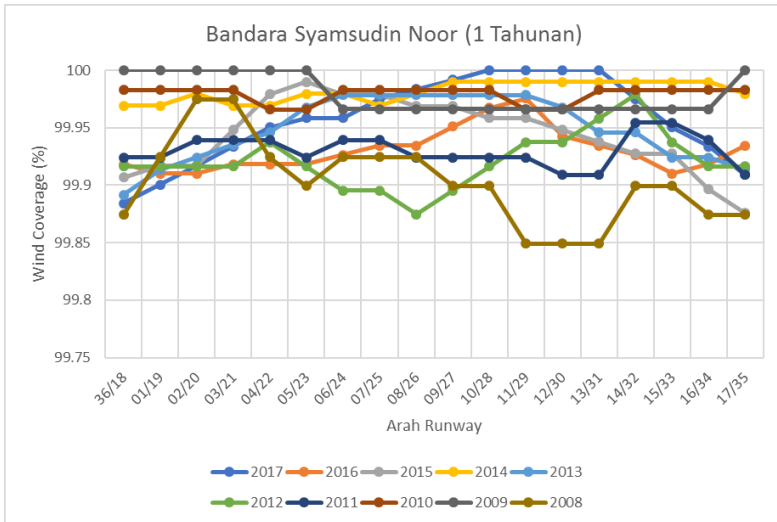
Gambar 4.18 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Tahun

Grafik pada Gambar 4.18 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk periode 1 tahunan. Pada periode 1 tahunan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2008-2017. Digunakan tahun 2008-2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada tahun 2012 (garis berwarna hijau), pada arah *runway* 07/25, memiliki nilai *wind coverage* sebesar 99,74%. Nilai *wind coverage* menurun menjadi 99,71% pada arah *runway* 08/26, lalu meningkat lagi menjadi 99,74% pada arah *runway* 09/27.



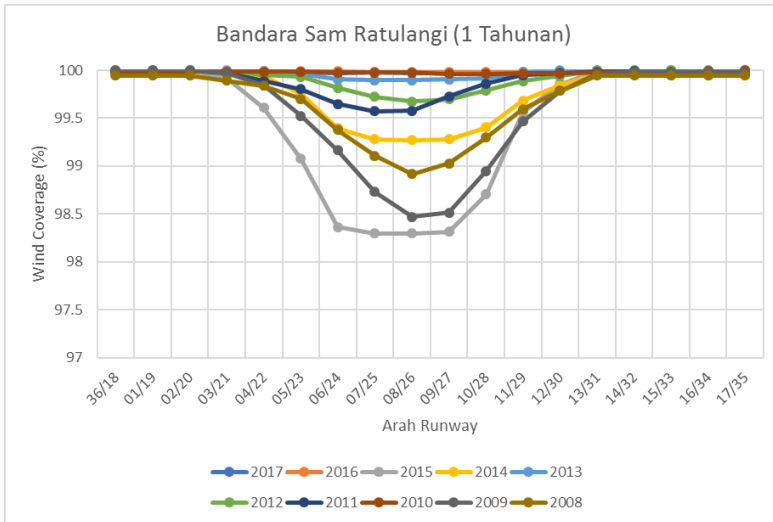
Gambar 4.19 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Tahun

Grafik pada Gambar 4.19 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Achmad Yani untuk periode 1 tahunan. Pada periode 1 tahunan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2007-2017. Tanpa menggunakan tahun 2010, karena pada data angin yang diambil dari NOAA, memang tidak tersedia data pada tahun 2010 tersebut untuk Bandara Achmad Yani. Digunakan tahun 2007-2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada tahun 2013 (garis berwarna biru muda), pada arah *runway* 04/22, memiliki nilai *wind coverage* sebesar 99,15%. Pada arah 05/23, nilai *wind coverage* mengalami peningkatan menjadi 99,19%.



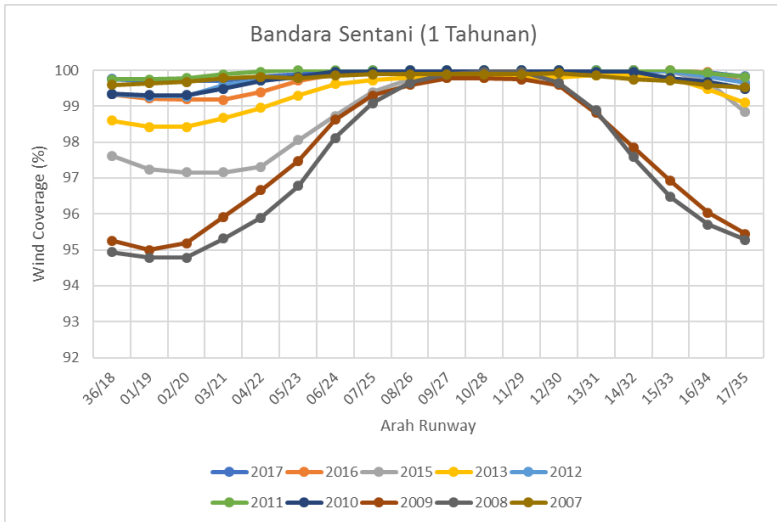
Gambar 4.20 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Tahun

Grafik pada Gambar 4.20 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Syamsudin Noor untuk periode 1 tahunan. Pada periode 1 tahunan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2008-2017. Digunakan tahun 2008-2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada tahun 2012 (garis berwarna hijau), pada arah *runway* 06/24 dan 07/25, memiliki nilai *wind coverage* yang sama yaitu 99,90%. Pada arah 08/26, nilai *wind coverage* mengalami penurunan menjadi 99,87%.



Gambar 4.21 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Tahun

Grafik pada Gambar 4.21 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sam Ratulangi untuk periode 1 tahunan. Pada periode 1 tahunan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2008-2017. Digunakan tahun 2008-2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada tahun 2015 (garis berwarna abu-abu), pada arah *runway* 05/23 memiliki nilai *wind coverage* 99,08%. Pada arah *runway* 06/24, nilai *wind coverage* mengalami penurunan menjadi 98,36%.

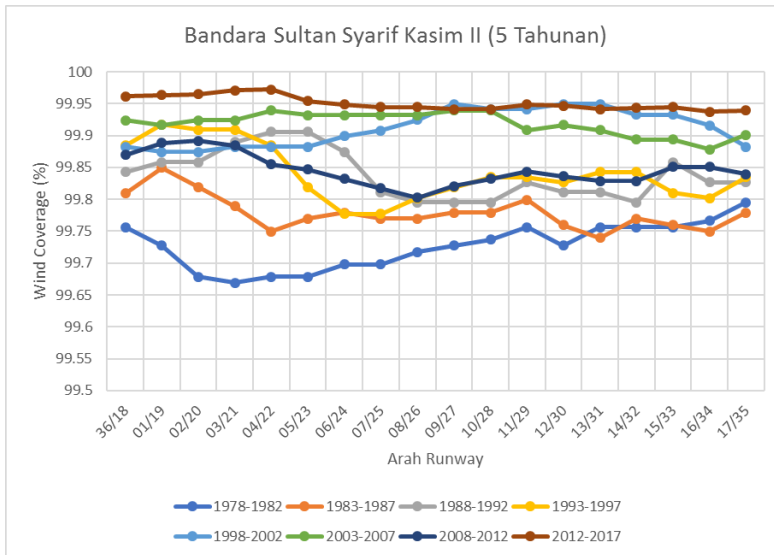


Gambar 4.22 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Tahun

Grafik pada Gambar 4.22 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sentani untuk periode 1 tahunan. Pada periode 1 tahunan ini, tahun yang digunakan adalah tahun 2007-2017. Tanpa menggunakan tahun 2014, karena pada data angin yang diambil dari NOAA, memang tidak tersedia data pada tahun 2014 tersebut untuk Bandara Sentani. Digunakan tahun 2007-2017 karena pada tahun tersebut dianggap memiliki data terlengkap dibandingkan tahun-tahun yang lain. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada tahun 2015 (garis berwarna abu-abu), pada arah *runway* 36/18, memiliki nilai *wind coverage* sebesar 97,62%. Pada arah 01/19, nilai *wind coverage* mengalami penurunan menjadi 97,25%.

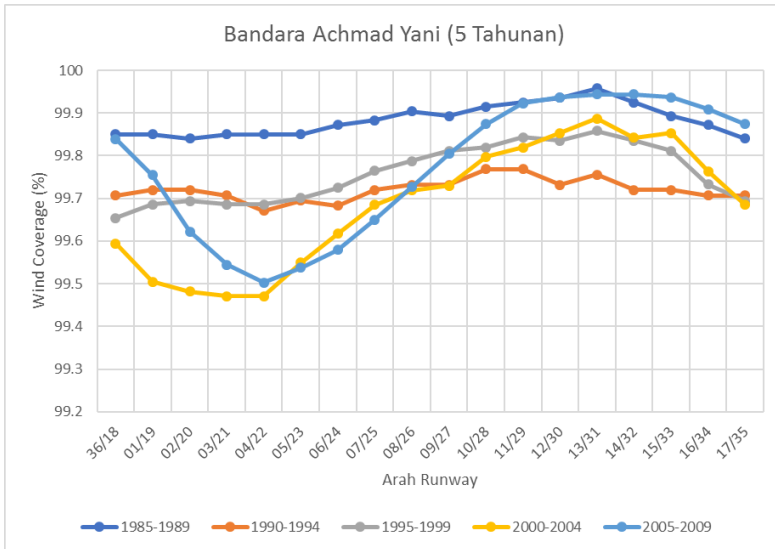
4.4.3 Periode Data 5 Tahun

Hasil *output* dari masing-masing bandara yang diamati dengan periode data 5 tahun, dapat dilihat pada Gambar 4.23 sampai dengan Gambar 4.27.



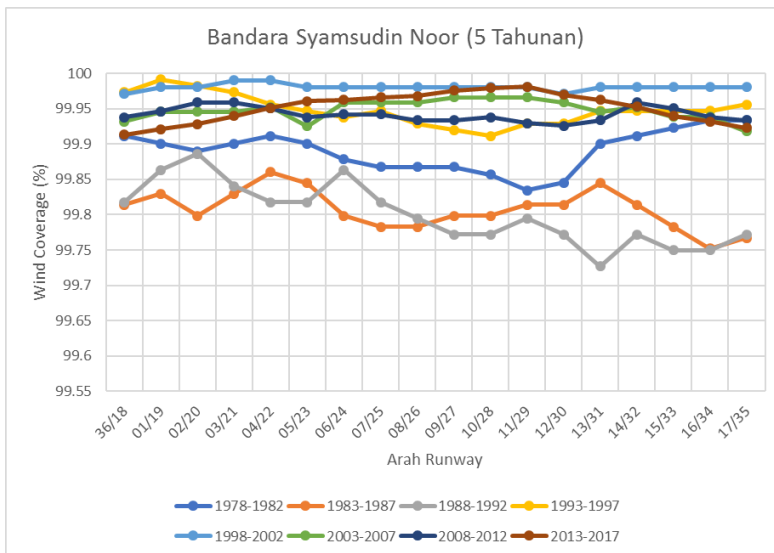
Gambar 4.23 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 5 Tahun

Grafik pada Gambar 4.23 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk periode 5 tahunan. Pada periode 5 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1978-2017. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 1983-1987 (garis berwarna oranye), pada arah *runway* 03/21 memiliki nilai *wind coverage* 99,79%. Pada arah *runway* 04/22, nilai *wind coverage* mengalami penurunan menjadi 99,75%.



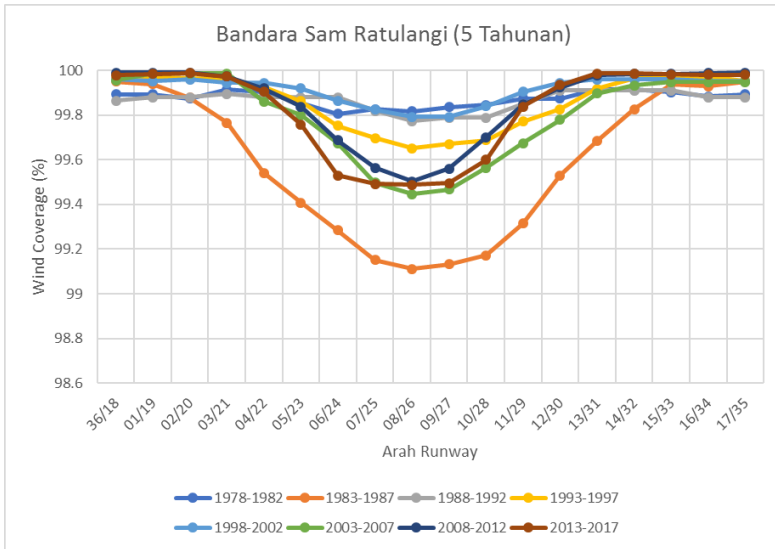
Gambar 4.24 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 5 Tahun

Grafik pada Gambar 4.24 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Achmad Yani untuk periode 5 tahunan. Pada periode 5 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1985-2017. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 2000-2004 (garis berwarna kuning), pada arah *runway* 36/18 memiliki nilai *wind coverage* 99,59%. Pada arah 01/19, nilai *wind coverage* mengalami penurunan menjadi 99,50%.



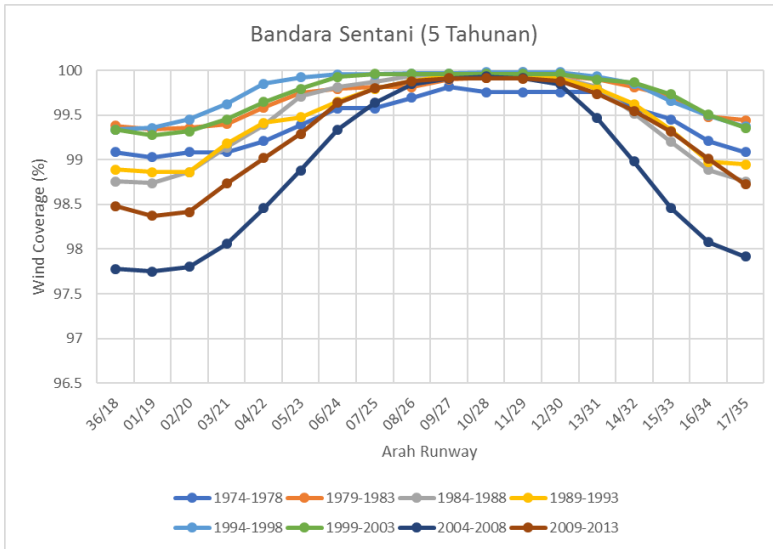
Gambar 4.25 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 5 Tahun

Grafik pada Gambar 4.25 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Syamsudin Noor untuk periode 5 tahunan. Pada periode 5 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1978-2017. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 1983-1987 (garis berwarna oranye), pada arah *runway* 01/19 memiliki nilai *wind coverage* 99,83%. Pada arah *runway* 02/20, nilai *wind coverage* mengalami penurunan menjadi 99,80%.



Gambar 4.26 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 5 Tahun

Grafik pada Gambar 4.26 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sam Ratulangi untuk periode 5 tahunan. Pada periode 5 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1978-2017. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 1983-1987 (garis berwarna oranye), pada arah *runway* 03/21 memiliki nilai *wind coverage* 99,76%. Pada arah *runway* 04/22, nilai *wind coverage* mengalami penurunan menjadi 99,54%.

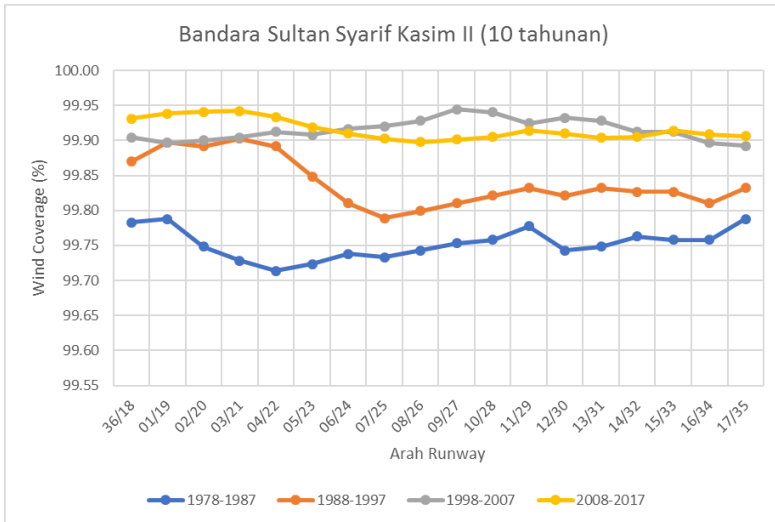


Gambar 4.27 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 5 Tahun

Grafik pada Gambar 4.27 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sentani untuk periode 5 tahunan. Pada periode 5 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1974-2013. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 2004-2008 (garis berwarna biru tua), pada arah *runway* 02/20 memiliki nilai *wind coverage* 97,80%. Pada arah *runway* 03/21, nilai *wind coverage* mengalami peningkatan menjadi 98,06%.

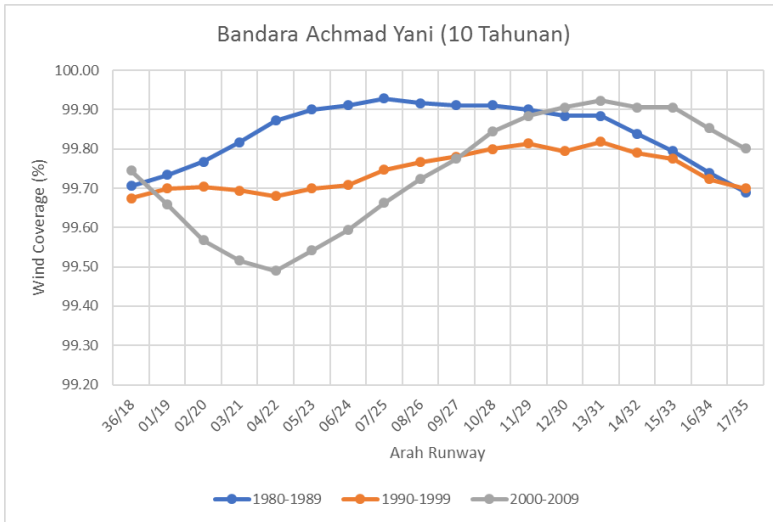
4.4.4 Periode Data 10 Tahun

Hasil *output* dari masing-masing bandara yang diamati dengan periode data 10 tahun, dapat dilihat pada Gambar 4.28 sampai dengan Gambar 4.32.



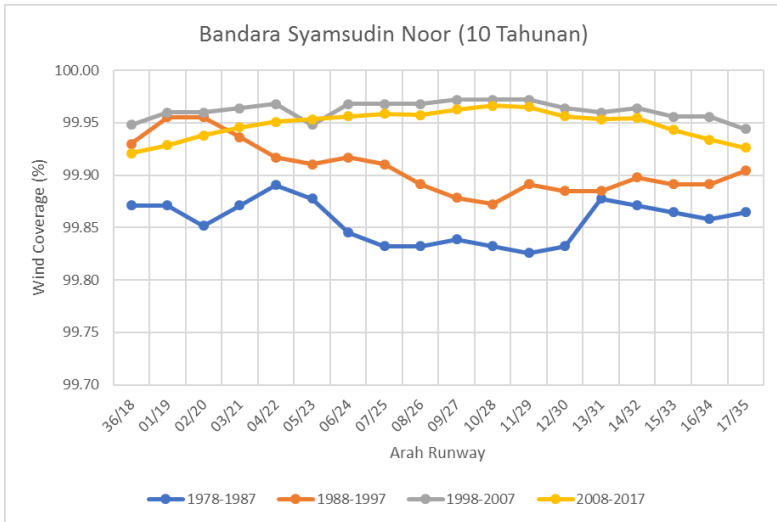
Gambar 4.28 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 10 Tahun

Grafik pada Gambar 4.28 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk periode 10 tahunan. Pada periode 10 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1978-2017. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 2008-2017 (garis berwarna kuning), pada arah *runway* 36/18 memiliki nilai *wind coverage* 99,93%. Pada arah *runway* 01/19, nilai *wind coverage* mengalami peningkatan menjadi 99,94%.



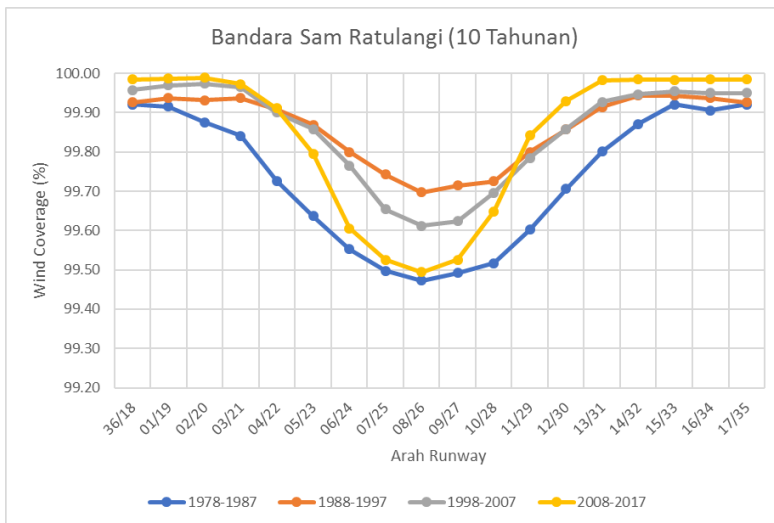
Gambar 4.29 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 10 Tahun

Grafik pada Gambar 4.29 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Achmad Yani untuk periode 10 tahunan. Pada periode 10 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1980-2009. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 2000-2009 (garis berwarna abu-abu), pada arah *runway* 04/22 memiliki nilai *wind coverage* 99,49%. Pada arah 05/23, nilai *wind coverage* mengalami peningkatan menjadi 99,54%.



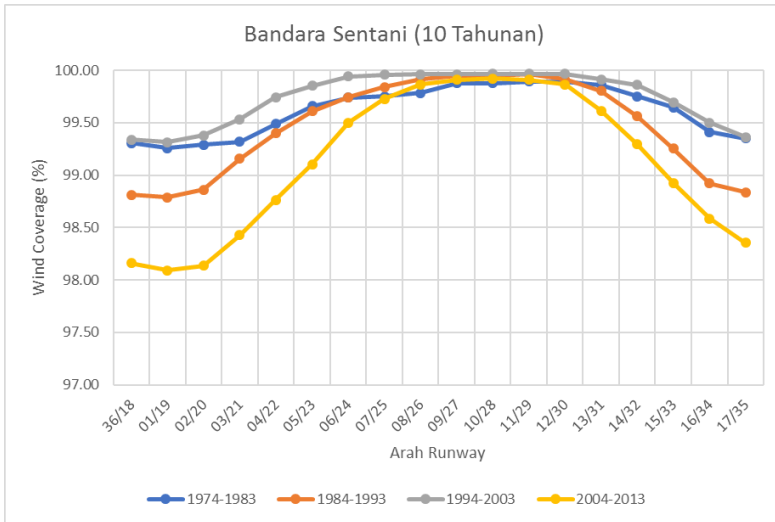
Gambar 4.30 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 10 Tahun

Grafik pada Gambar 4.30 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Syamsudin Noor untuk periode 10 tahunan. Pada periode 10 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1978-2017. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 1978-1987 (garis berwarna biru), pada arah *runway* 02/20 memiliki nilai *wind coverage* 99,85%. Pada arah 03/21, nilai *wind coverage* mengalami peningkatan menjadi 99,87%.



Gambar 4.31 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 10 Tahun

Grafik pada Gambar 4.31 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sam Ratulangi untuk periode 10 tahunan. Pada periode 10 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1978-2017. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 1978-1987 (garis berwarna biru), pada arah *runway* 10/28 memiliki nilai *wind coverage* 99,52%. Pada arah 11/29, nilai *wind coverage* mengalami peningkatan menjadi 99,60%.



Gambar 4.32 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 10 Tahun

Grafik pada Gambar 4.32 menunjukkan arah *runway* dibandingkan besar nilai *wind coverage* pada Bandara Sentani untuk periode 10 tahunan. Pada periode 10 tahunan ini, data yang digunakan adalah seluruh data angin yang dimiliki, yaitu dari tahun 1974-2013. Warna yang berbeda-beda pada grafik menunjukkan periode tahun yang berbeda pula seperti yang tertera pada legenda di bawah grafik. Contohnya pada periode tahun 2004-2013 (garis berwarna kuning), pada arah *runway* 02/20 memiliki nilai *wind coverage* 98,14%. Pada arah *runway* 03/21, nilai *wind coverage* mengalami peningkatan menjadi 98,43%.

4.4.5 Periode Data 20 Tahun

Untuk periode data 20 tahun, sulit dilakukan analisis karena keterbatasan data. Data angin di bandara-bandara banyak yang tidak lengkap, terutama untuk data-data yang sudah lama sehingga tidak bisa dilakukan analisis untuk kemudian dibandingkan sesama periode.

4.5 Signifikansi Arah *Runway*

Pada sub-bab ini akan dirangkum hasil arah *runway* untuk masing-masing bandara dengan variasi periode data angin. Rangkuman tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.8. Yang dimaksud pada kolom tahun pertama data adalah data pertama yang tersedia pada NOAA. Untuk kolom arah *runway* didasarkan pada hasil dari sub-bab 4.4 untuk setiap bandara dengan masing-masing periode data untuk nilai *wind coverage* minimal 95%.

Dari rangkuman pada Tabel 4.8 tersebut dapat disimpulkan, pada periode data 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun, untuk semua bandara dengan semua arah *runway* dapat memenuhi aturan *wind coverage* minimal dari ICAO sebesar 95%, kecuali pada Bandara Sentani periode data 1 tahun (pada tahun 2008), yang memenuhi standar ICAO hanya arah *runway* 03/21 hingga 17/35.

Tabel 4.8 Hasil Arah *Runway* Masing-Masing Bandara dengan Variasi Periode Data

Bandara	Tahun Pembangunan	Tahun Pertama Data	<i>Runway Eksisting</i>	Arah <i>Runway</i> (Periode Data)			
				1 Bulan	1 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
Sultan Syarif Kasim II	1945	1956	18/36	Semua arah	Semua arah	Semua arah	Semua arah
Achmad Yani	1966*	1949	13/31	Semua arah	Semua arah	Semua arah	Semua arah
Syamsudin Noor	1944	1949	10/28	Semua arah	Semua arah	Semua arah	Semua arah
Sam Ratulangi	1942	1949	18/36	Semua arah	Semua arah	Semua arah	Semua arah
Sentani	1944	1944	12/30	Semua arah	03/21 hingga 17/35	Semua arah	Semua arah

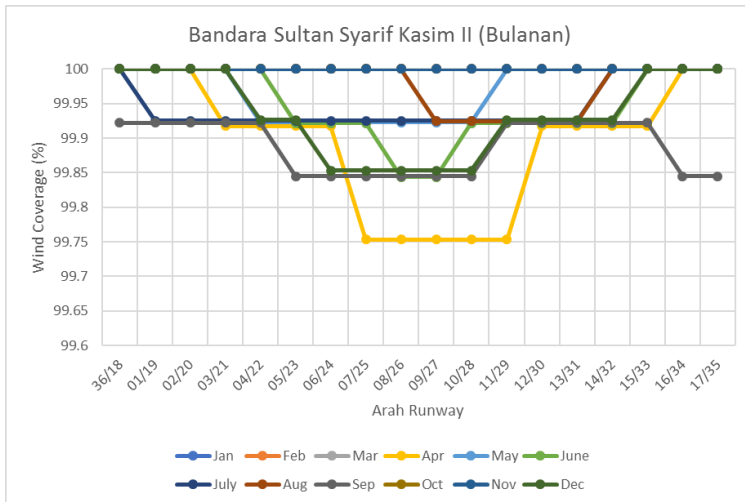
*diubah statusnya menjadi Pangkalan Udara Bersama Kalibanteng, Semarang

4.6 Kebutuhan Periode Data Angin

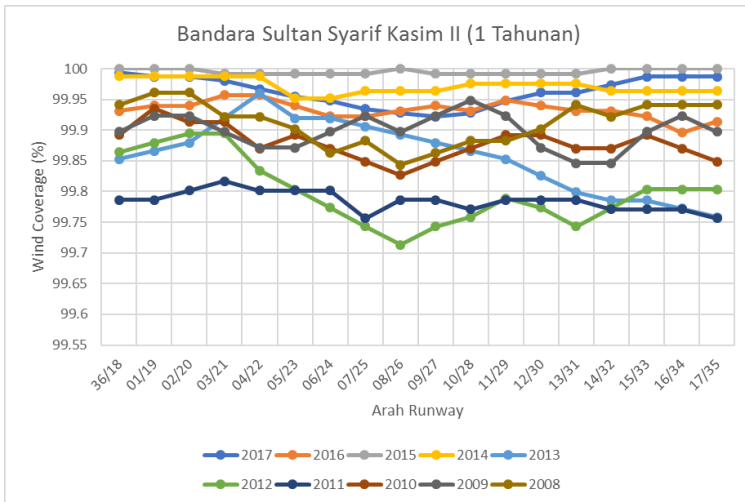
Kebutuhan periode data angin dapat ditentukan dengan melihat pola grafik untuk masing-masing bandara dengan berbagai variasi periode data. Periode data yang digunakan dalam tahap ini adalah periode data 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun. Sudah dijelaskan pada sub-bab selanjutnya alasan tidak digunakannya periode data 20 tahun.

4.6.1 Bandara Sultan Syarif Kasim II

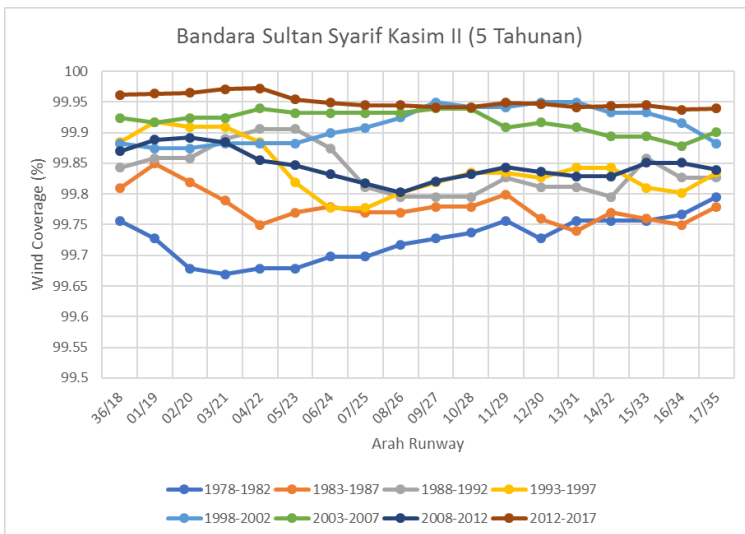
Berikut akan disajikan grafik *wind coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk periode data 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.



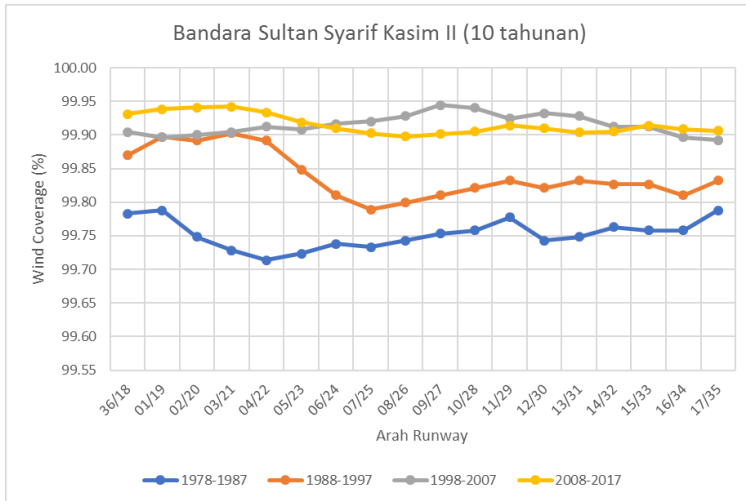
Gambar 4.33 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Bulan



Gambar 4.34 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Tahun



Gambar 4.35 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 5 Tahun



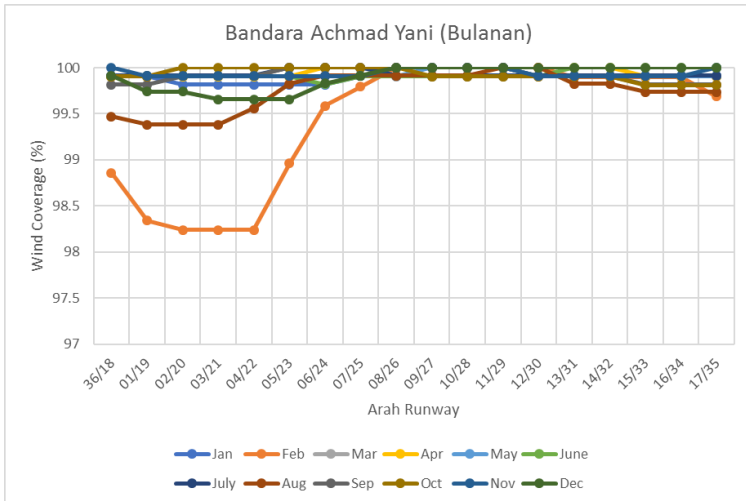
Gambar 4.36 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 10 Tahun

Dari grafik pada Gambar 4.34, Gambar 4.35, dan Gambar 4.36, *wind coverage* yang dihasilkan cenderung konsisten, baik dari periode 1 tahun, 5 tahun, maupun 10 tahun. Bentuk grafik cenderung lurus pada tiap arah *runway* dengan *wind coverage* diatas 99%. Grafik untuk periode bulanan pada Gambar 4.33 memberikan pola yang berbeda jika dibandingkan dengan grafik pada periode lainnya.

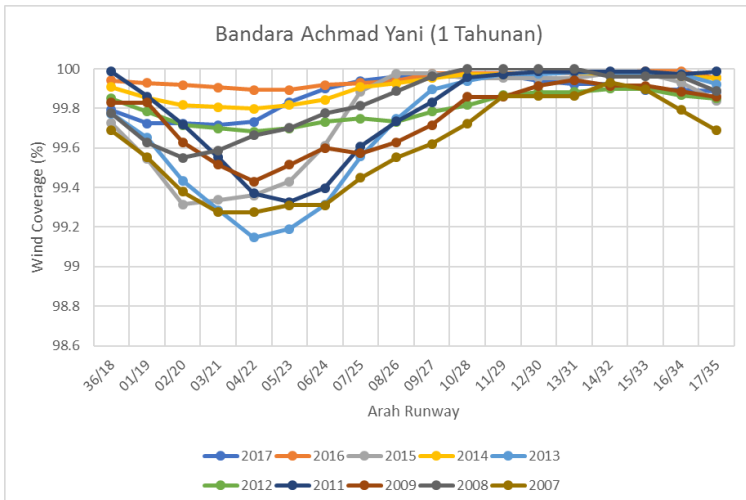
Semua arah dengan semua periode data sudah memenuhi aturan *wind coverage* minimal dari ICAO sebesar 95%.

4.6.2 Bandara Achmad Yani

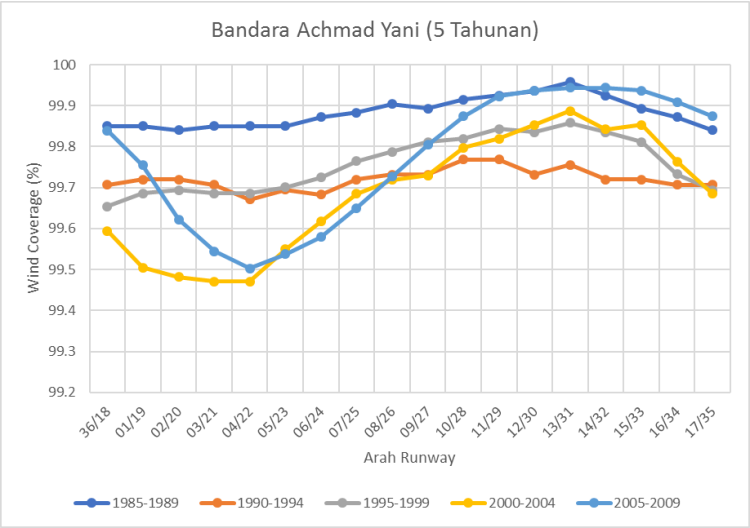
Berikut akan disajikan grafik *wind coverage* Bandara Achmad Yani untuk periode data 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.



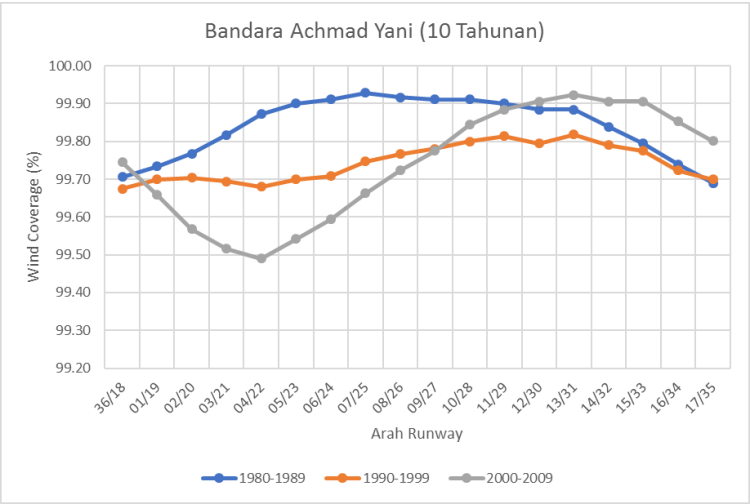
Gambar 4.37 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Bulan



Gambar 4.38 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Tahun



Gambar 4.39 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 5 Tahun



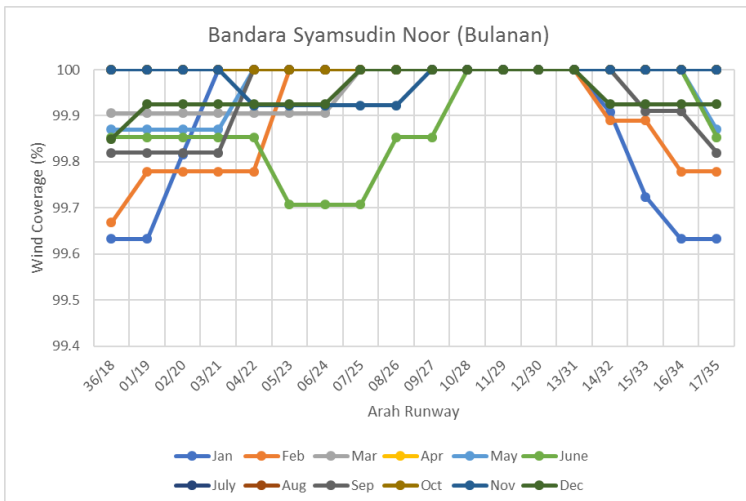
Gambar 4.40 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 10 Tahun

Dari grafik pada Gambar 4.37, Gambar 4.38, Gambar 4.39, dan Gambar 4.40, *wind coverage* juga terlihat stabil. *Wind coverage* cenderung turun pada *runway* arah 36/18 hingga arah 04/22 dan cenderung naik pada arah 05/23 hingga 13/31 dengan *wind coverage* seluruhnya diatas 99%.

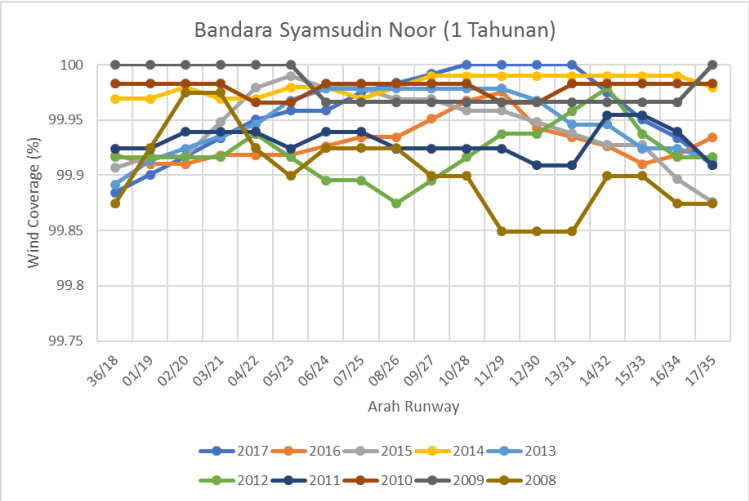
Semua arah dengan semua periode data sudah memenuhi aturan *wind coverage* minimal dari ICAO sebesar 95%.

4.6.3 Bandara Syamsudin Noor

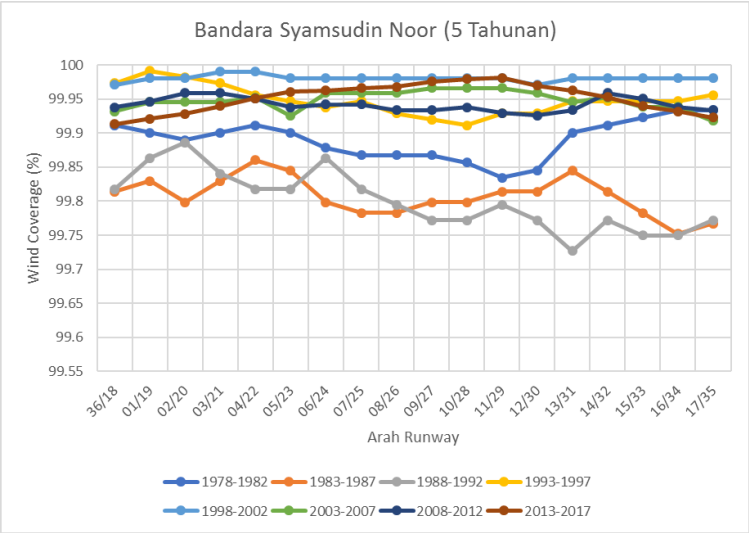
Berikut akan disajikan grafik *wind coverage* Bandara Syamsudin Noor untuk periode data 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.



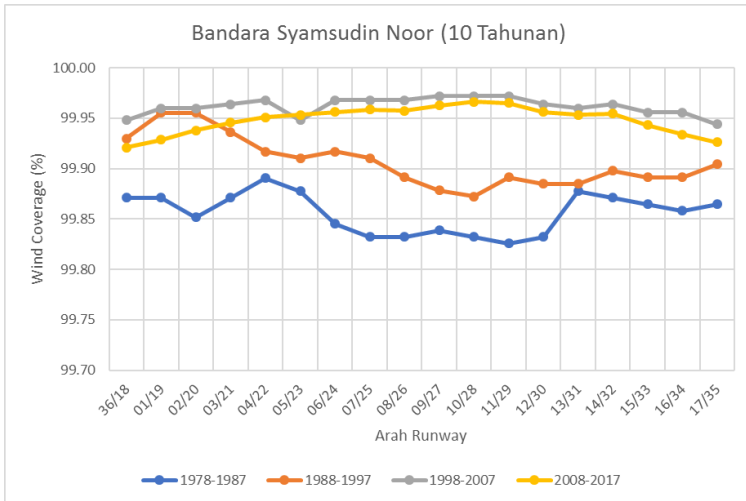
Gambar 4.41 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Bulan



Gambar 4.42 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Tahun



Gambar 4.43 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 5 Tahun



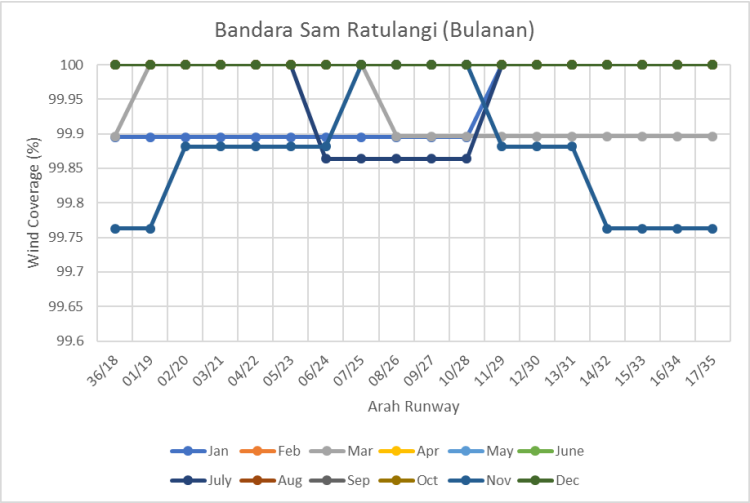
Gambar 4.44 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 10 Tahun

Dari grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.42, Gambar 4.43, dan Gambar 4.44, *wind coverage* terlihat stabil. Baik untuk periode data 1 tahun, 5 tahun, maupun 10 tahun, *wind coverage* cenderung fluktuatif untuk setiap arah *runway* dengan nilai *wind coverage*-nya diatas 99%. Pada grafik periode bulanan di Gambar 4.41 pada arah *runway* 10/28 hingga 13/31, nilai *wind coverage*-nya 100%, sedangkan di arah yang lain, cenderung naik turun dengan nilai *wind coverage* masih diatas 99%.

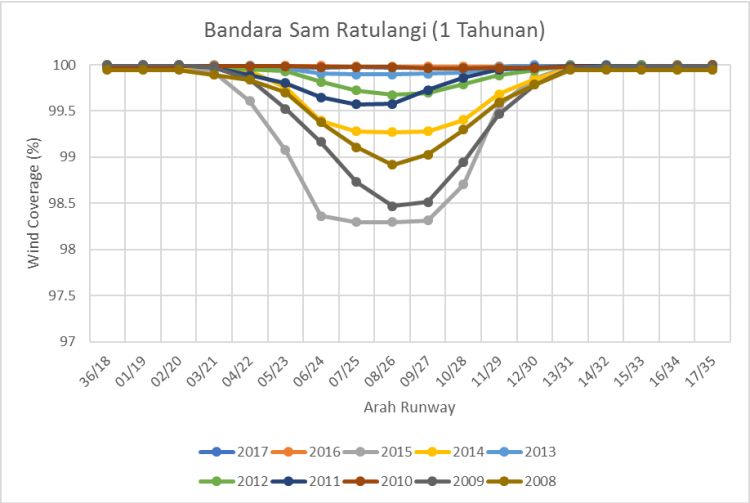
Semua arah dengan semua periode data sudah memenuhi aturan *wind coverage* minimal dari ICAO sebesar 95%.

4.6.4 Bandara Sam Ratulangi

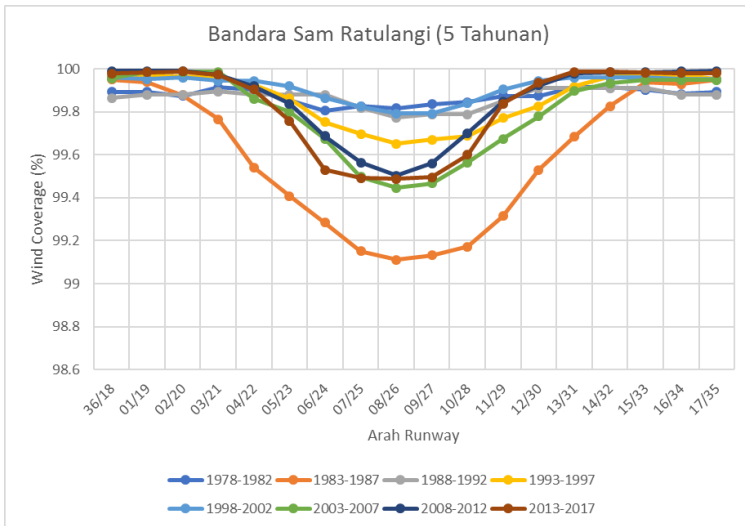
Berikut akan disajikan grafik *wind coverage* Bandara Sam Ratulangi untuk periode data 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.



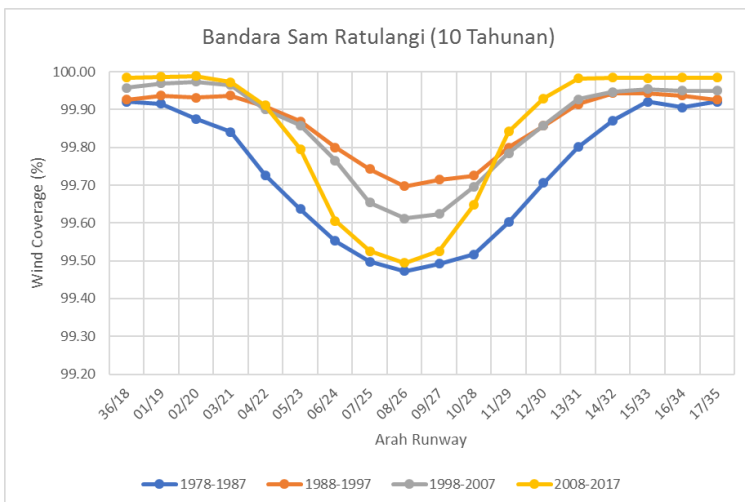
Gambar 4.45 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Bulan



Gambar 4.46 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Tahun



Gambar 4.47 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 5 Tahun



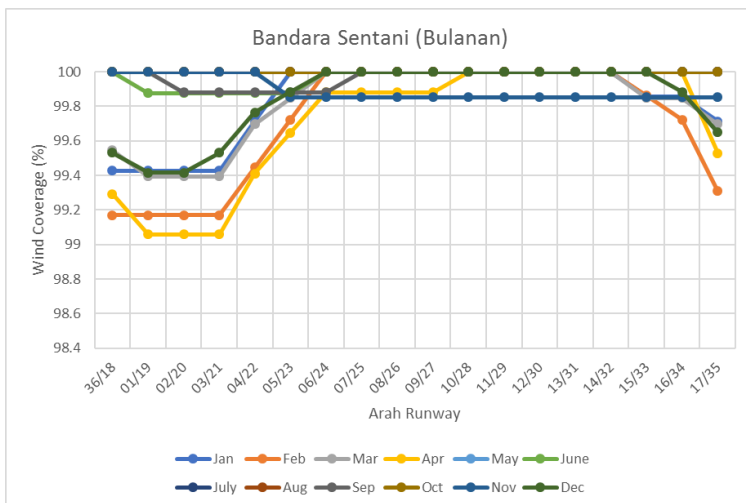
Gambar 4.48 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 10 Tahun

Dari grafik pada Gambar 4.46, Gambar 4.47, dan Gambar 4.48, *wind coverage* yang dihasilkan juga cenderung seragam. Nilai *wind coverage* mengalami penurunan pada arah *runway* 03/21 hingga 08/26 dan naik pada arah *runway* 09/27 hingga 14/32 serta cenderung lurus pada arah lainnya. *Wind coverage* yang dihasilkan pada Bandara Sam Ratulangi untuk periode 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun masih berada diatas 98%. Pada grafik periode bulanan di Gambar 4.45, menunjukkan pola yang sama sekali berbeda jika dibandingkan dengan grafik pada periode data lainnya. Namun, nilai *wind coverage* yang dihasilkan untuk semua bulan masih berada diatas 99%.

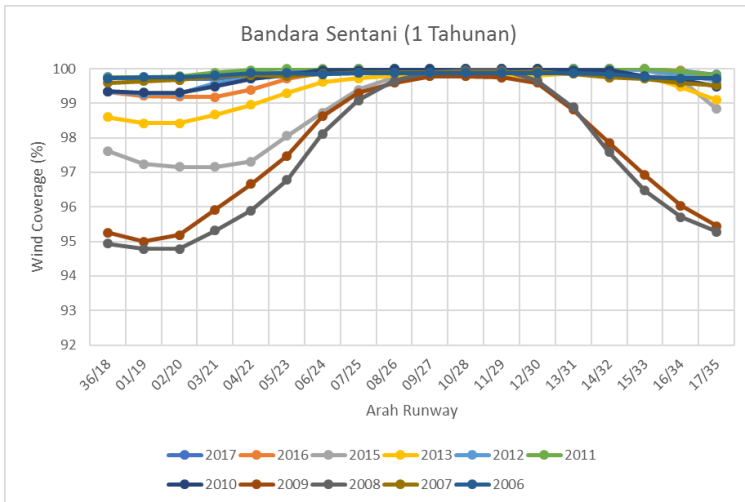
Semua arah dengan semua periode data sudah memenuhi aturan *wind coverage* minimal dari ICAO sebesar 95%.

4.6.5 Bandara Sentani

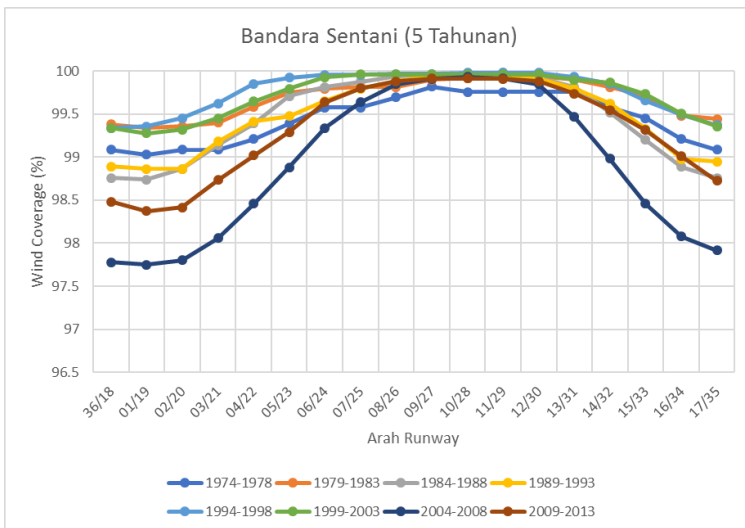
Berikut akan disajikan grafik *wind coverage* Bandara Sam Ratulangi untuk periode data 1 bulan, 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.



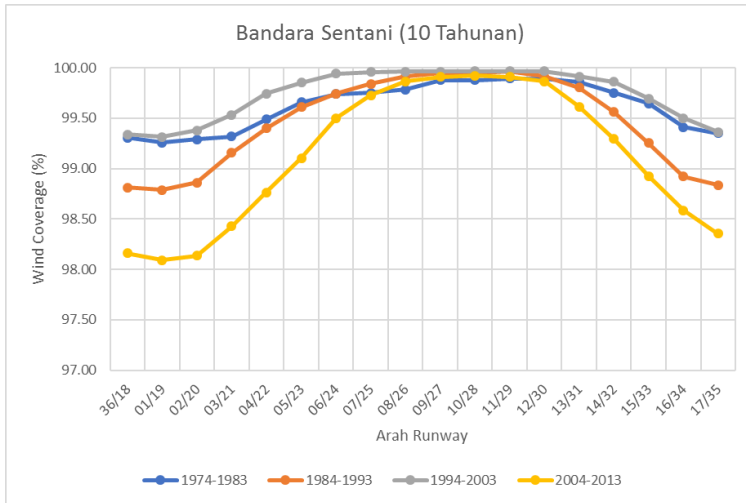
Gambar 4.49 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Bulan



Gambar 4.50 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Tahun



Gambar 4.51 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 5 Tahun



Gambar 4.52 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 10 Tahun

Dari grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.49, Gambar 4.50, Gambar 4.51, dan Gambar 4.52, bentuk grafik cenderung mirip. Nilai *wind coverage* naik pada arah *runway* 36/18 hingga 10/28 dan cenderung turun pada arah 12/30 hingga 17/35.

Perlu diperhatikan pada periode data 1 tahun. Pada tahun 2009 untuk arah *runway* 01/19, besar *wind coverage* adalah 95%. Pada tahun 2008 untuk arah 36/18, 01/19, dan 02/20, angka *wind coverage* berada dibawah 95%. Oleh karena itu, dalam perencanaan *runway* nantinya tetap harus diperhatikan nilai *wind coverage* agar memenuhi syarat minimal dari ICAO yaitu 95%.

4.6.1

4.6.6 Periode Bulanan untuk Tahun dengan Nilai *Wind Coverage* Minimal

Pada sub-sub-bab ini dilakukan analisis untuk periode data bulanan pada tahun dengan nilai *wind coverage* terkecil. Analisis ini dilakukan untuk melihat konsistensi *wind coverage* periode bulanan jika menggunakan tahun yang lain.

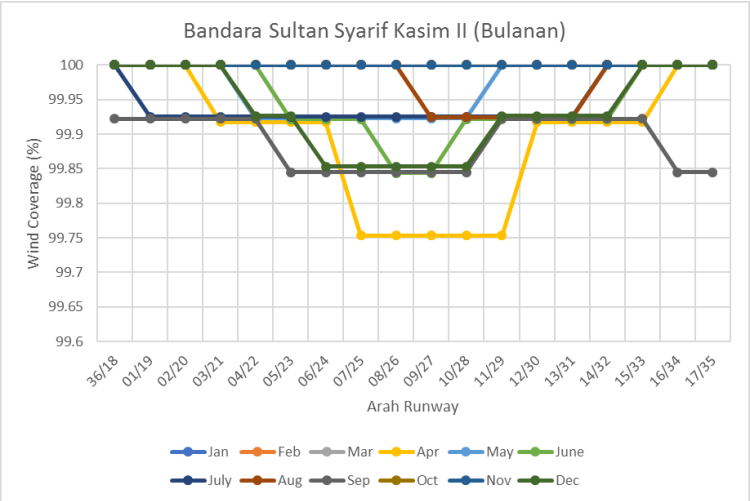
Pada tahap ini dilakukan *running software* WindRose PRO lagi untuk periode data 1 tahunan untuk semua data yang dimiliki. Dari *software* tersebut, dirangkum data *wind coverage* dan dipilih tahun dengan nilai *wind coverage* paling kecil. Untuk selanjutnya, pada tahun tersebut dilakukan *running software* lagi untuk periode data bulanan untuk dibandingkan konsistensi nilai *wind coverage* dengan periode data bulanan tahun 2017.

a. Bandara Sultan Syarif Kasim II (Tahun 1978)

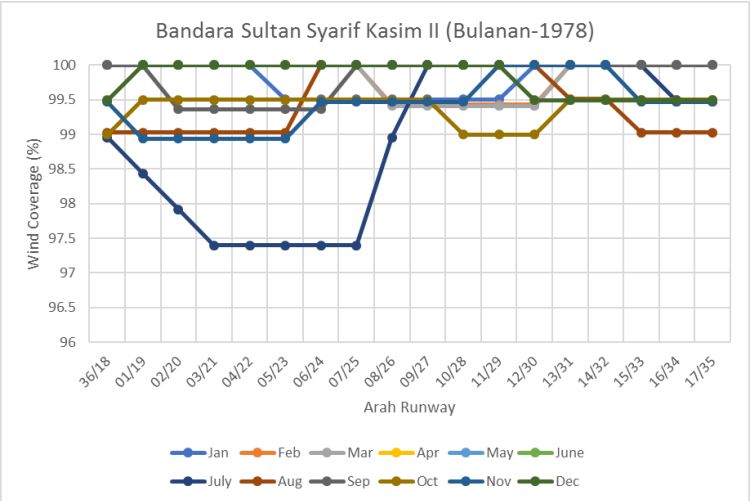
Pada Bandara Sultan Syarif Kasim II, data yang digunakan adalah pada tahun 1978-2017. Dari *output software* yang sudah dirangkum, nilai *wind coverage* terkecil berada pada tahun 1978 yaitu 99,46%. Selanjutnya dilakukan *running software* untuk periode data bulanan pada tahun 1978.

Pada tahun 2017, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 99,75% yang terjadi pada bulan April. Pada tahun 1978, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 97,4% yang terjadi pada bulan Juli.

Baik pada tahun 2017 maupun tahun 1978, masih memenuhi standar *wind coverage* minimal dari ICAO yaitu 95%.



Gambar 4.53 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017



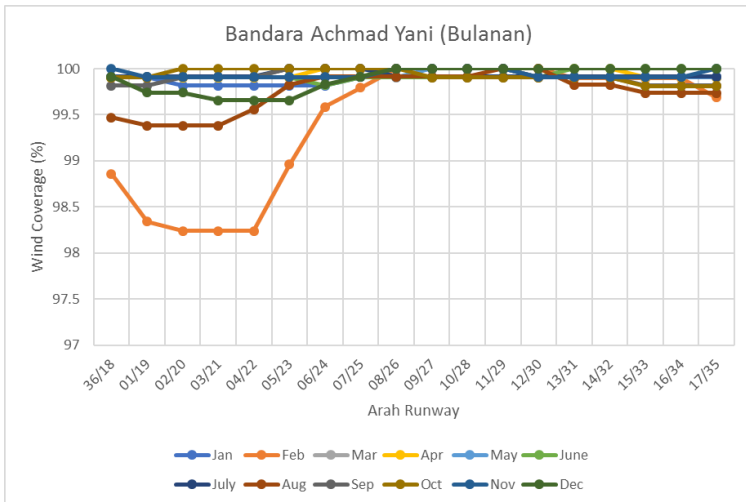
Gambar 4.54 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 1978

b. Bandara Achmad Yani (Tahun 1981)

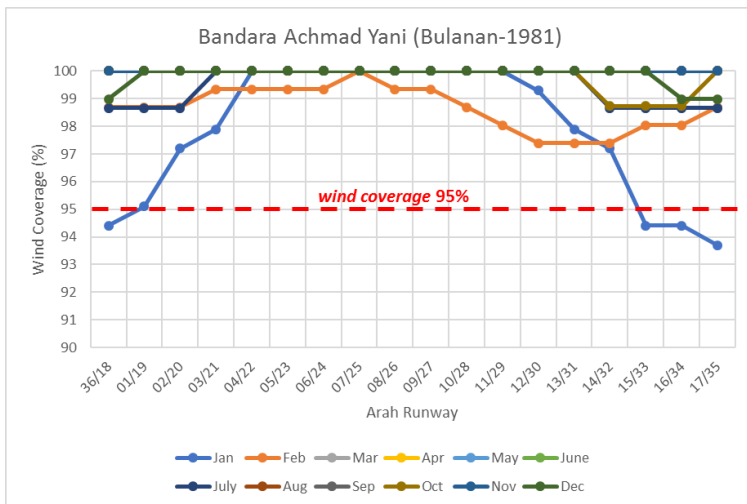
Pada Bandara Achmad Yani, data yang digunakan adalah pada tahun 1980-2017. Dari *output software* yang sudah dirangkum, nilai *wind coverage* terkecil berada pada tahun 1981 yaitu 98,72%. Selanjutnya dilakukan *running software* untuk periode data bulanan pada tahun 1981.

Pada tahun 2017, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 98,24% yang terjadi pada bulan Februari. Pada tahun 1981, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 93,71% yang terjadi pada bulan Januari.

Pada tahun 2017, nilai *wind coverage* untuk semua bulan di semua arah sudah diatas 95%. Pada tahun 1981 di bulan Januari, arah *runway* 36/18, 15/33, 16/34, dan 17/35, nilai *wind coverage*-nya dibawah aturan ICAO yaitu 95%.



Gambar 4.55 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017



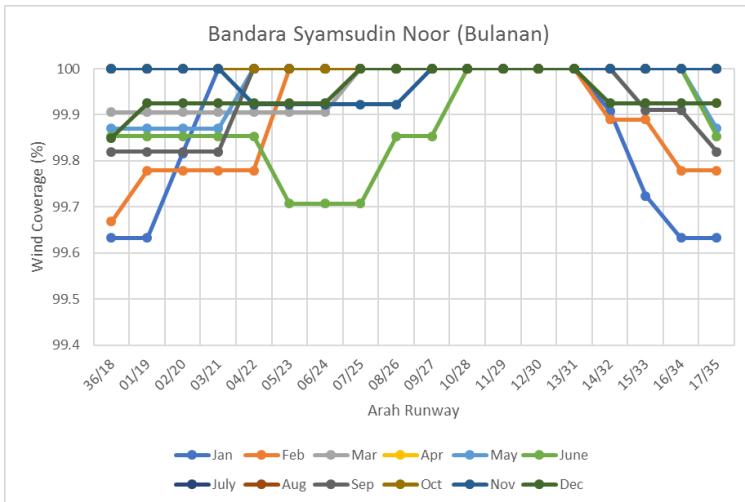
Gambar 4.56 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 1981

c. Bandara Syamsudin Noor (Tahun 1990)

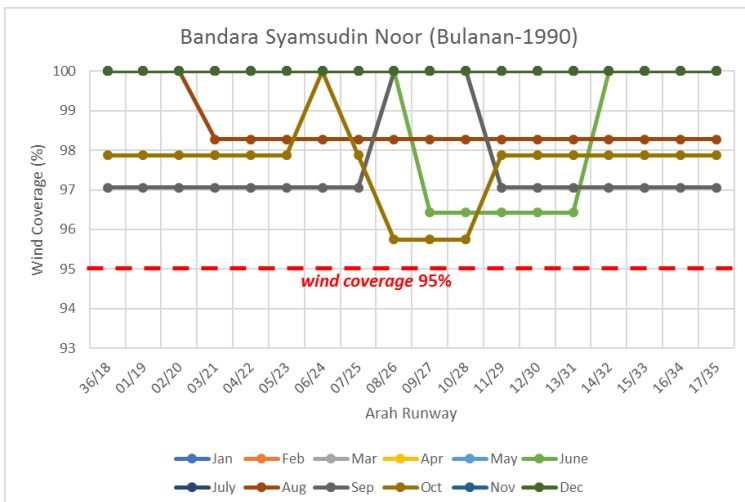
Pada Bandara Achmad Yani, data yang digunakan adalah pada tahun 1978-2017. Dari *output software* yang sudah dirangkum, nilai *wind coverage* terkecil berada pada tahun 1990 yaitu 99,27%. Selanjutnya dilakukan *running software* untuk periode data bulanan pada tahun 1990.

Pada tahun 2017, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 99,63% yang terjadi pada bulan Januari. Pada tahun 1990, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 95,74% yang terjadi pada bulan Oktober.

Baik pada tahun 2017 maupun tahun 1978, masih memenuhi standar *wind coverage* minimal dari ICAO yaitu 95%.



Gambar 4.57 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017



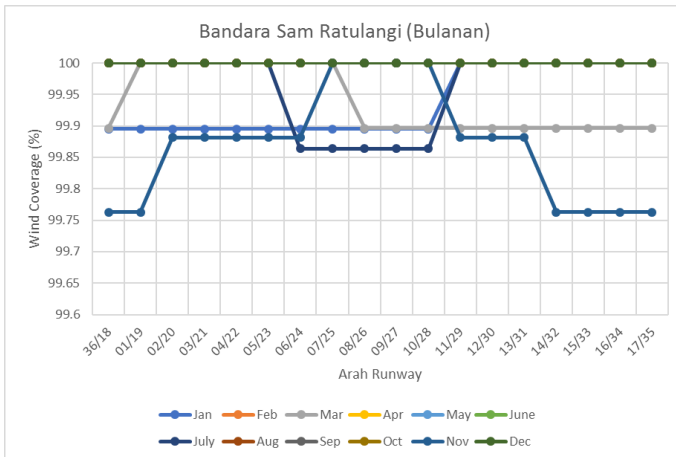
Gambar 4.58 Grafik *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 1990

d. Bandara Sam Ratulangi (Tahun 1987)

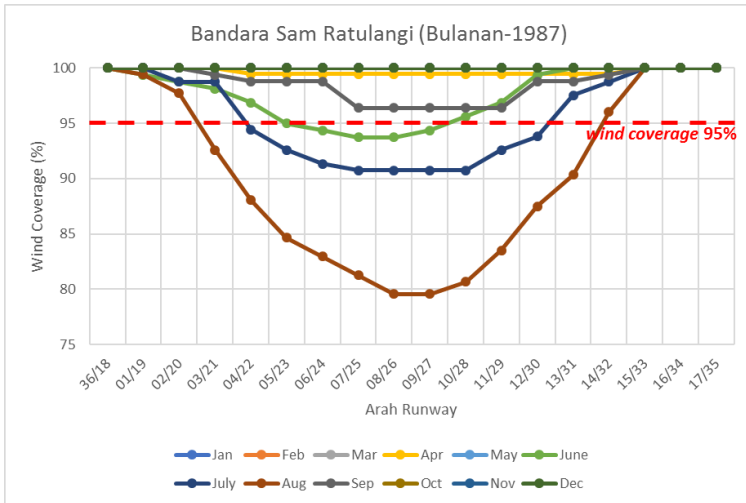
Pada Bandara Sam Ratulangi, data yang digunakan adalah pada tahun 1978-2017. Dari *output software* yang sudah dirangkum, nilai *wind coverage* terkecil berada pada tahun 1987 yaitu 96,45%. Selanjutnya dilakukan *running software* untuk periode data bulanan pada tahun 1987.

Pada tahun 2017, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 99,76% yang terjadi pada bulan November. Pada tahun 1987, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 79,5% yang terjadi pada bulan Agustus.

Pada tahun 2017, nilai *wind coverage* untuk semua bulan di semua arah sudah diatas 95%. Pada tahun 1987 di bulan Juni untuk arah *runway* 06/24 hingga 09/10, bulan Juli untuk arah *runway* 04/22 hingga 12/30, bulan Agustus untuk arah *runway* 03/21 hingga 13/31, nilai *wind coverage*-nya dibawah 95%.



Gambar 4.59 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017



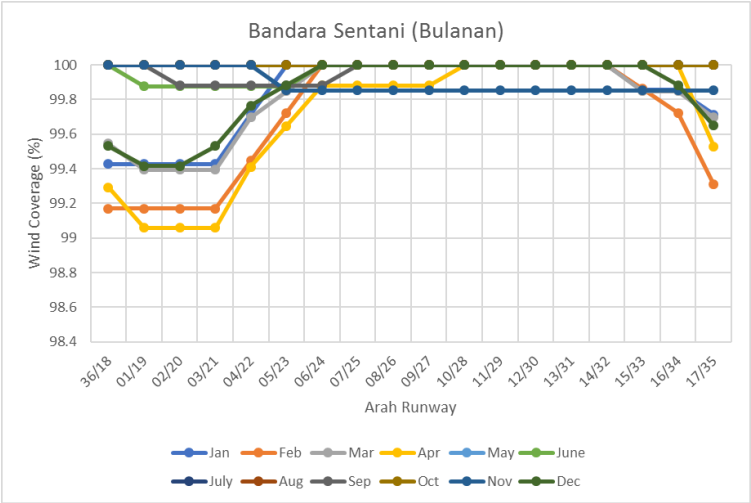
Gambar 4.60 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 1987

e. Bandara Sentani (Tahun 2008)

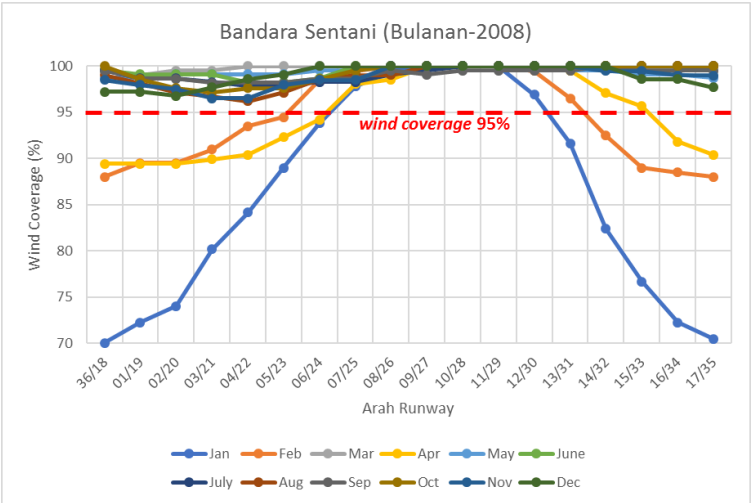
Pada Bandara Sentani, data yang digunakan adalah pada tahun 1974-2017. Dari *output software* yang sudah dirangkum, nilai *wind coverage* terkecil berada pada tahun 2008 yaitu 94,78%. Selanjutnya dilakukan *running software* untuk periode data bulanan pada tahun 2008.

Pada tahun 2017, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 99,06% yang terjadi pada bulan April. Pada tahun 2008, nilai *wind coverage* minimal untuk periode bulanan adalah 70,04% yang terjadi pada bulan Januari.

Pada tahun 2017, nilai *wind coverage* untuk semua bulan di semua arah sudah diatas 95%. Pada tahun 2008 di bulan Januari untuk arah *runway* 36/18 hingga 06/24 dan 13/31 hingga 17/35, bulan Februari untuk arah *runway* 36/18 hingga 05/23 dan 14/32 hingga 17/35, bulan April untuk arah *runway* 36/18 hingga 06/24 dan 16/34 hingga 17/35, nilai *wind coverage*-nya dibawah 95%.



Gambar 4.61 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2017



Gambar 4.62 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani dengan Periode Data 1 Bulan Tahun 2008

Dari analisis yang telah dilakukan pada sub-sub-bab 4.6.6, menunjukkan nilai *wind coverage* yang tidak konsisten. Pada Bandara Achmad Yani, Bandara Sam Ratulangi, dan Bandara Sentani, ada beberapa nilai *wind coverage* berada di bawah 95%. Dimana hal tersebut belum memenuhi aturan dari ICAO untuk *wind coverage* minimal 95%. Padahal pada tahun 2017, pada semua bandara dan semua arah, semua sudah memenuhi syarat 95%.

Dari analisis pada sub-sub-bab 4.6.6., dapat disimpulkan bahwa periode data 1 bulan tidak dapat memberikan hasil yang konsisten untuk nilai *wind coverage*.

4.6.7 Nilai Wind Coverage untuk Data yang Tidak Kontinu

Dari data angin yang telah diperoleh dari NOAA, terdapat data angin yang tidak kontinyu. Seperti pada Bandara Achmad Yani yang tidak tersedia data pada tahun 2010 dan pada Bandara Sentani yang tidak tersedia data pada tahun 2014.

Dalam sub-sub-bab ini akan dilakukan analisis untuk konsistensi nilai *wind coverage* untuk periode data 5 tahun dan 10 tahun, apabila terdapat data angin yang tidak tersedia selama 1 tahun.

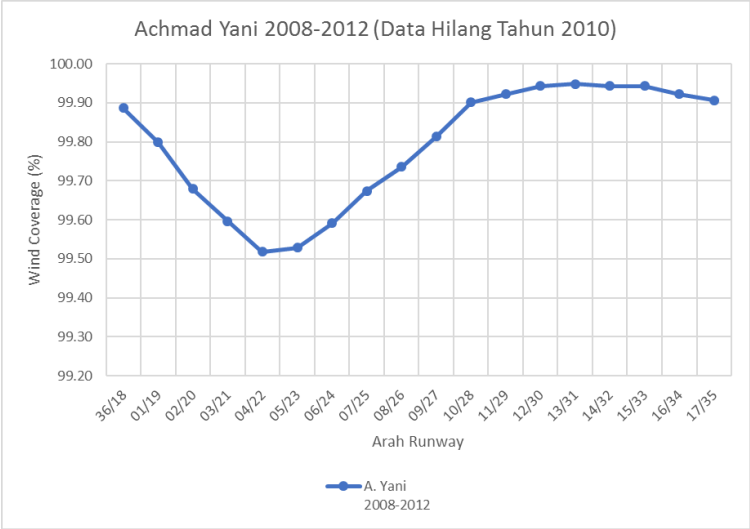
a. Bandara Achmad Yani

Pada Bandara Achmad Yani, tidak tersedia data pada tahun 2010. Pada analisis yang telah dilakukan sebelumnya di sub-bab 4.4, data yang dianalisis dibuat kontinyu seluruhnya, baik untuk periode data 5 tahun maupun 10 tahun. Untuk periode 5 tahun, data yang digunakan adalah pada tahun 2008-2012. Untuk periode data 10 tahun, data yang digunakan adalah pada tahun 2008-2017.

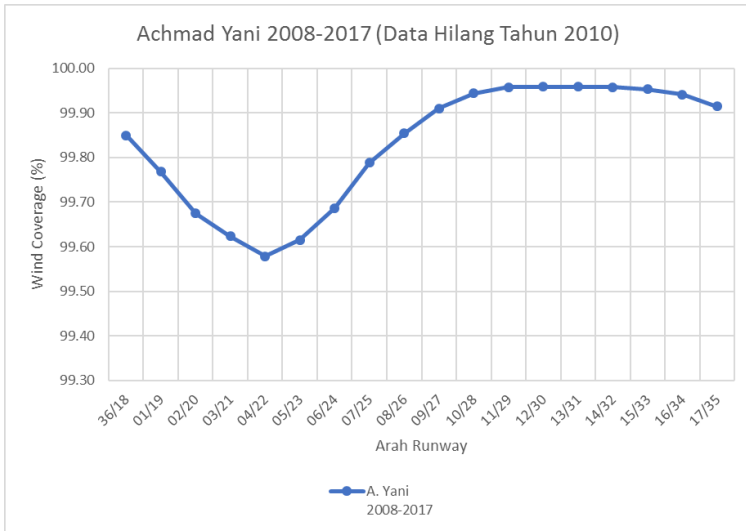
Pada grafik di Gambar 4.24, nilai *wind coverage* minimal untuk Bandara Achmad Yani dengan periode data 5 tahunan adalah 99,47% pada periode 2000-2004. Pada Gambar 4.63 untuk periode data 2008-2012, nilai *wind coverage* minimal adalah 99.52% yang terdapat pada arah *runway* 04/22.

Untuk periode data 10 tahun, pada Gambar 4.29 nilai *wind coverage* minimal adalah 99.49% pada periode 2000-2009. Pada

Gambar 4.64 untuk periode data 2008-2017, nilai *wind coverage* minimal adalah 99,58% pada arah *runway* 04/22.



Gambar 4.63 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani Periode Data 5 Tahun (2008-2012) dengan Data Hilang Tahun 2010



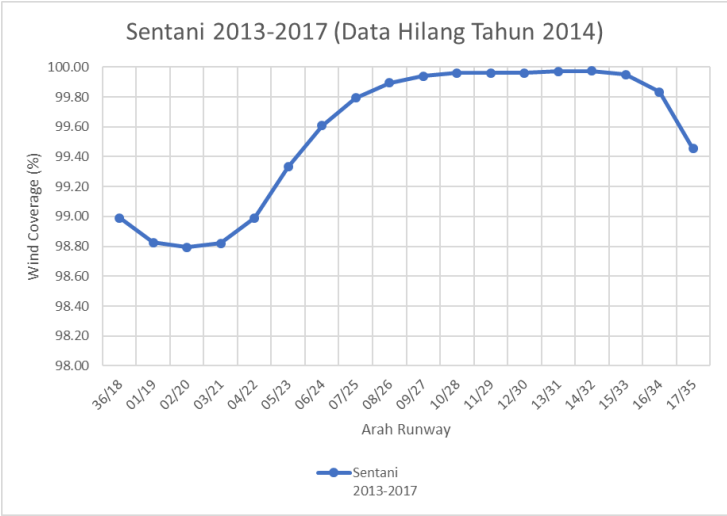
Gambar 4.64 Grafik *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani Periode Data 10 Tahun (2008-2017) dengan Data Hilang Tahun 2010

b. Bandara Sentani

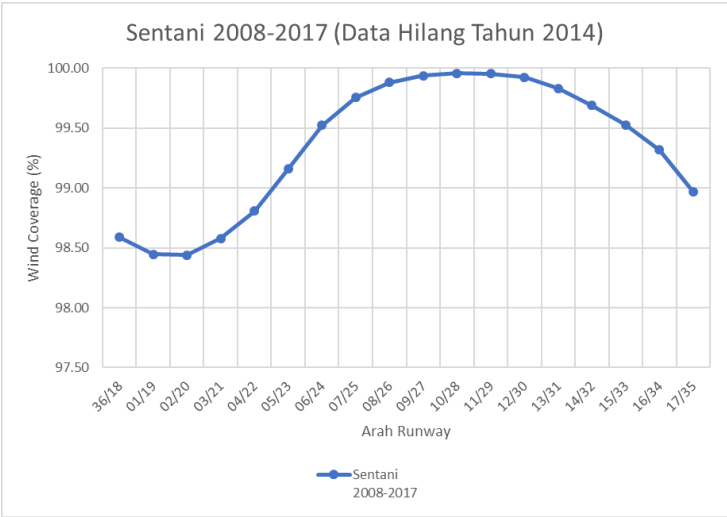
Pada Bandara Sentani, tidak tersedia data pada tahun 2014. Pada analisis yang telah dilakukan sebelumnya di sub-bab 4.4, data yang dianalisis dibuat kontinyu seluruhnya, baik untuk periode data 5 tahun maupun 10 tahun. Untuk periode 5 tahun, data yang digunakan adalah pada tahun 2013-2017. Untuk periode data 10 tahun, data yang digunakan adalah pada tahun 2008-2017.

Pada grafik di Gambar 4.27, nilai *wind coverage* minimal untuk Bandara Sentani dengan periode data 5 tahunan adalah 97,75% pada periode 2004-2008. Pada Gambar 4.65 untuk periode data 2013-2017, nilai *wind coverage* minimal adalah 98,79% yang terdapat pada arah *runway* 02/20.

Untuk periode data 10 tahun, pada Gambar 4.32 nilai *wind coverage* minimal adalah 98,09% pada periode 2004-2013. Pada Gambar 4.66 untuk periode data 2008-2017, nilai *wind coverage* minimal adalah 98,44% pada arah *runway* 01/19 dan 02/20.



Gambar 4.65 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani Periode Data 5 Tahun (2013-2017) dengan Data Hilang Tahun 2014



Gambar 4.66 Grafik *Wind Coverage* Bandara Sentani Periode Data 10 Tahun (2008-2017) dengan Data Hilang Tahun 2014

Dari analisis yang telah dilakukan pada sub-sub-bab 4.6.7, untuk periode data 5 tahun dan 10 tahun, sudah menunjukkan nilai *wind coverage* yang konsisten meskipun tidak tersedia data selama 1 tahun.

Dari keseluruhan analisis yang telah dilakukan pada sub-bab 4.6, periode data 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun, dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan suatu bandara dengan tetap memperhatikan syarat *wind coverage* minimal 95%.

4.7 Pengaturan Operasional Bandara

Pada sub-bab ini akan dilakukan perhitungan *crosswind* yang terjadi pada *runway* di masing-masing bandara. Dan ditentukan jam operasional *runway* yang aman berdasarkan batas *crosswind* untuk masing-masing tipe-tipe pesawat yang beroperasi. Data yang digunakan adalah data yang dimiliki selama tahun 2017.

Data angin yang didapatkan dari NOAA, untuk waktunya menggunakan sistem GMT (*Greenwich Mean Time*). Sedangkan data operasional bandara yang didapatkan dari flightradar24.com, sistem waktu yang digunakan menyesuaikan dengan lokasi bandara masing-masing.

Dalam kasus ini menggunakan WIB untuk Bandara Sultan Syarif Kasim II dan Bandara Achmad Yani. WITA untuk Bandara Syamsudin Noor dan Sam Ratulangi. Serta WIT untuk Bandara Sentani. Untuk mempermudah perhitungan, maka semua waktu akan dikonversi ke GMT.

4.7.1 Bandara Sultan Syarif Kasim II

Berdasarkan data yang didapatkan dari situs flightradar24.com, jam operasional *runway* untuk Bandara Sultan Syarif Kasim II adalah 06.00-22.15 WIB. Jika dikonversikan ke GMT menjadi 23.00-15.15 GMT.

Dari data yang didapatkan dari worldaerodata.com, arah *runway* untuk Bandara Sultan Syarif Kasim adalah 18/36.

Dari perhitungan *crosswind* yang telah dilakukan, terjadi *crosswind* yang lebih besar dari 16 knot, yaitu pada tanggal 03 September 2017 pukul 05.00 WIB sebesar 34,55 knot.

Namun *crosswind* tersebut terjadi diluar jam operasional bandara, sehingga operasional bandara tetap aman dilakukan.

4.7.2 Bandara Achmad Yani

Berdasarkan data yang didapatkan dari situs flightradar24.com, jam operasional *runway* untuk Bandara Achmad Yani adalah 06.00-22.30 WIB. Jika dikonversikan ke GMT menjadi 23.00-15.30 GMT.

Dari data yang didapatkan dari worldaerodata.com, arah *runway* untuk Bandara Achmad Yani adalah 13/31.

Tabel 4.9 *Crosswind* yang Melewati Batas 16 knot pada Bandara Achmad Yani

Name	YYYYMMDDhhmm	Crosswind
AHMAD YANI INTL	201701241500	18.81
	201702070600	16.12
	201703270600	52.61
	201705222100	26.05
	201707182100	52.61
	201708260500	16.08
	201708260530	16.08
	201709050030	22.93
	201710152100	21.97
	201711290700	17.80

Dari perhitungan *crosswind* yang dilakukan, terjadi *crosswind* yang besarnya melebihi 16 knot pada jam operasional sebanyak 7 kali dalam jangka waktu 1 tahun. Rata-rata terjadi pada pukul 22.00, 14.00, 13.00, 12.00, 07.30 WIB. Sehingga ATC (*Air Traffic Control*) perlu berhati-hati pada jam-jam tersebut.

4.7.3 Bandara Syamsudin Noor

Berdasarkan data yang didapatkan dari situs flightradar24.com, jam operasional *runway* untuk Bandara Syamsudin Noor adalah 06.05-22.40 WITA. Jika dikonversikan ke GMT menjadi 22.05-14.40 GMT.

Dari data yang didapatkan dari worldaerodata.com, arah *runway* untuk Bandara Syamsudin Noor adalah 10/28.

Dari perhitungan *crosswind* yang telah dilakukan, selama tahun 2017, tidak terjadi *crosswind* yang melebihi 16 knot di Bandara Syamsudin Noor. Sehingga operasional bandara aman dilakukan.

4.7.4 Bandara Sam Ratulangi

Berdasarkan data yang didapatkan dari situs flightradar24.com, jam operasional *runway* untuk Bandara Sam Ratulangi adalah 24 jam penuh.

Dari data yang didapatkan dari worldaerodata.com, arah *runway* untuk Bandara Sam Ratulangi adalah 18/36.

Tabel 4.10 *Crosswind* yang Melewati Batas 16 knot pada Bandara Sam Ratulangi

Name	YYYYMMDDhhmm	Crosswind
SAM RATULANGI	201701050700	19.24
	201703061430	19.24
	201711170300	29.48
	201711302100	20.87

Dari perhitungan *crosswind* yang dilakukan, terjadi *crosswind* yang besarnya melebihi 16 knot pada jam operasional sebanyak 4 kali dalam jangka waktu 1 tahun. *Crosswind* terjadi pada pukul 15.00, 22.30, 11.00, 05.00 WITA. Sehingga ATC (*Air Traffic Control*) perlu berhati-hati pada jam-jam tersebut.

4.7.5 Bandara Sentani

Berdasarkan data yang didapatkan dari situs flightradar24.com, jam operasional *runway* untuk Bandara Sentani adalah 06.05-17.05 WIT. Jika dikonversikan ke GMT menjadi 21.05-08.05 GMT.

Dari data yang didapatkan dari worldaerodata.com, arah *runway* untuk Bandara Sam Ratulangi adalah 12/30.

Dari perhitungan *crosswind* yang telah dilakukan, terjadi *crosswind* yang lebih besar dari 16 knot, yaitu pada tanggal 11 Novemver 2017 pukul 03.00 WIT sebesar 44,41 knot.

Namun *crosswind* tersebut terjadi diluar jam operasional bandara, sehingga operasional bandara tetap aman dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada masing-masing bandara nilai prosentase kejadian angin yang melebihi batas *crosswind* adalah 0,26% untuk Bandara Sultan Syarif Kasim II, 0,52% untuk Bandara Achmad Yani, 0,15% untuk Bandara Syamsudin Noor, 0,49% untuk Bandara Sam Ratulangi, dan 1,38% untuk Bandara Sentani.
2. Perbedaan hasil arah *runway* dengan variasi periode data angin adalah sebagai berikut:
 - a. Pada periode data 1 bulan (tahun 2017), 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun, untuk semua bandara dengan semua arah *runway* sudah memenuhi aturan *wind coverage* minimal dari ICAO sebesar 95%, kecuali pada Bandara Sentani periode data 1 tahun (pada tahun 2008), yang memenuhi standar ICAO hanya arah *runway* 03/21 hingga 17/35.
 - b. Khusus periode data 1 bulan bisa terjadi perbedaan arah *runway* pada bulan-bulan tertentu yang tidak memenuhi standar *wind coverage* 95%, yaitu bulan Januari untuk Bandara Achmad Yani, bulan Juni, Juli, dan Agustus untuk Bandara Sam Ratulangi, bulan Januari, Februari, dan April pada Bandara Sentani.
3. Periode data yang dapat dijadikan dasar dalam perencanaan suatu *runway* adalah sebagai berikut:
 - a. Periode data 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun, dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan suatu bandara dengan tetap memperhatikan syarat *wind coverage* minimal 95%.
 - b. Periode data 5 tahun dan 10 tahun tetap dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan suatu bandara meskipun terjadi diskontinuitas data angin selama 1 tahun.

4. Operasional bandara tetap dapat dilakukan sesuai jam operasional masing-masing bandara.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis ajukan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis periode data angin dapat dilakukan lagi dengan menambah bandara-bandara yang distudi. Hal ini penting untuk mengetahui apakah tren yang sama, yaitu menggunakan data 1 tahun berlaku untuk seluruh wilayah di Indonesia.
2. Studi pada semua wilayah bandara di Indonesia akan membantu mengidentifikasi area yang memiliki kecenderungan perubahan data angin yang signifikan. Hal ini penting mengingat ada 300 bandara di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Arkoputra. 2018. **Simulasi Utilitas Sisi Udara Suatu Bandara terhadap Kesesuaian dengan Data Arah Angin Rencana**. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Chang, Sze-Wei. 2013. *Crosswind-Based Optimization of Multiple Runway Orientations*. Taiwan: China University of Science and Technology
- Horonjeff, Robert, dkk. 2010. *Planning and Design of Airports*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- ICAO. 2006. *Aerodrome Design Manual*.
- IVAO. 2015. *Headwind and Crosswind Calculations*.
- FAA. 2014. *Airport Design*.
- Soepangkat. 1994. **Pengantar Meteorologi**. Jakarta: BPLMG
- _____. 2013. **Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 69 Tahun 2013**
- _____. 2016. **WindRose PRO User's Guide Version 3.1.x**.
- NOAA. 2018. *Wind Observation Data*, <URL: <http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/dataproduct>>
- _____. 2018. *Arrivals and Departures Data*, <URL: <https://www.flightradar24.com/>>
- _____. 2018. *Airport Data*, <URL: worldaerodata.com>

_____. 2018. <URL: www.travelandleisure.com >

_____. 2018. *Airport Data*, <URL: www.bisnis.tempo.co >

Lampiran 1

(Data Angin)

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

Tabel L1.1 Data Angin Bandara Sultan Syarif Kasim II Tanggal
01 Januari 2017

Name	Direction (Degree)	Date and Time (YYYYMMDDhhmm)	Speed (knot)
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010030	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010100	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010130	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	320	201701010200	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010230	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	320	201701010300	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	340	201701010330	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010430	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	330	201701010500	6.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701010530	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	340	201701010600	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	340	201701010630	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	40	201701010730	12.1
SULTAN SYARIF KASIM II	20	201701010800	8.9
SULTAN SYARIF KASIM II	10	201701010830	8.0
SULTAN SYARIF KASIM II	330	201701010900	6.0
SULTAN SYARIF KASIM II	320	201701010930	7.0
SULTAN SYARIF KASIM II	330	201701011000	8.0
SULTAN SYARIF KASIM II	330	201701011030	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	330	201701011100	7.0
SULTAN SYARIF KASIM II	280	201701011130	2.9
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011200	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011300	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011330	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	270	201701011400	1.9

Tabel L1.1 Data Angin Bandara Sultan Syarif Kasim II Tanggal
01 Januari 2017 (Lanjutan)

Name	Direction (Degree)	Date and Time (YYYYMMDDhhmm)	Speed (knot)
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011430	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011500	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	60	201701011530	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011600	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011630	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011730	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011800	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	260	201701011830	1.9
SULTAN SYARIF KASIM II	250	201701011900	1.9
SULTAN SYARIF KASIM II	999	201701011930	0.0
SULTAN SYARIF KASIM II	240	201701012000	1.9
SULTAN SYARIF KASIM II	240	201701012100	2.9
SULTAN SYARIF KASIM II	270	201701012130	2.9
SULTAN SYARIF KASIM II	270	201701012200	4.1
SULTAN SYARIF KASIM II	260	201701012230	2.9
SULTAN SYARIF KASIM II	240	201701012300	5.1
SULTAN SYARIF KASIM II	260	201701012330	8.0

Tabel L1.2 Data Angin Bandara Achmad Yani Tanggal 01
Januari 2017

Name	Direction (Degree)	Date and Time (YYYYMMDDhhmm)	Speed (knot)
AHMAD YANI INTL	150	201701010000	4.1
AHMAD YANI INTL	110	201701010030	2.9
AHMAD YANI INTL	100	201701010100	1.9
AHMAD YANI INTL	210	201701010130	1.0
AHMAD YANI INTL	260	201701010200	1.9
AHMAD YANI INTL	320	201701010230	2.9
AHMAD YANI INTL	340	201701010300	5.1
AHMAD YANI INTL	340	201701010330	6.0
AHMAD YANI INTL	340	201701010400	6.0
AHMAD YANI INTL	330	201701010430	6.0
AHMAD YANI INTL	340	201701010500	6.0
AHMAD YANI INTL	350	201701010530	7.0
AHMAD YANI INTL	320	201701010600	7.0
AHMAD YANI INTL	330	201701010630	6.0
AHMAD YANI INTL	330	201701010700	6.0
AHMAD YANI INTL	320	201701010730	6.0
AHMAD YANI INTL	310	201701010830	6.0
AHMAD YANI INTL	350	201701010900	5.1
AHMAD YANI INTL	350	201701010930	4.1
AHMAD YANI INTL	310	201701011000	5.1
AHMAD YANI INTL	310	201701011030	6.0
AHMAD YANI INTL	280	201701011100	1.9
AHMAD YANI INTL	210	201701011130	2.9
AHMAD YANI INTL	160	201701011200	1.9
AHMAD YANI INTL	160	201701011230	1.0

Tabel L1.2 Data Angin Bandara Achmad Yani Tanggal 01
Januari 2017 (Lanjutan)

Name	Direction (Degree)	Date and Time (YYYYMMDDhhmm)	Speed (knot)
AHMAD YANI INTL	160	201701011300	2.9
AHMAD YANI INTL	190	201701011330	4.1
AHMAD YANI INTL	190	201701011400	1.9
AHMAD YANI INTL	260	201701011430	1.0
AHMAD YANI INTL	280	201701011500	7.0
AHMAD YANI INTL	120	201701011800	1.9
AHMAD YANI INTL	120	201701012100	5.1
AHMAD YANI INTL	110	201701012130	2.9
AHMAD YANI INTL	50	201701012200	5.1
AHMAD YANI INTL	100	201701012230	4.1
AHMAD YANI INTL	110	201701012300	2.9
AHMAD YANI INTL	130	201701012330	2.9

Tabel L1.3 Data Angin Bandara Syamsudin Noor Tanggal 01
Januari 2017

Name	Direction (Degree)	Date and Time (YYYYMMDDhhmm)	Speed (knot)
SYAMSUDIN NOOR	70	201701010000	2.9
SYAMSUDIN NOOR	90	201701010030	1.9
SYAMSUDIN NOOR	999	201701010100	0.0
SYAMSUDIN NOOR	240	201701010200	4.1
SYAMSUDIN NOOR	270	201701010230	7.0
SYAMSUDIN NOOR	250	201701010300	7.0
SYAMSUDIN NOOR	270	201701010400	6.0
SYAMSUDIN NOOR	270	201701010430	6.0
SYAMSUDIN NOOR	260	201701010530	6.0
SYAMSUDIN NOOR	270	201701010600	1.9
SYAMSUDIN NOOR	310	201701010630	6.0
SYAMSUDIN NOOR	240	201701010700	6.0
SYAMSUDIN NOOR	240	201701010730	6.0
SYAMSUDIN NOOR	230	201701010800	6.0
SYAMSUDIN NOOR	250	201701010830	8.0
SYAMSUDIN NOOR	240	201701010900	6.0
SYAMSUDIN NOOR	240	201701010930	7.0
SYAMSUDIN NOOR	240	201701011000	4.1
SYAMSUDIN NOOR	220	201701011030	2.9
SYAMSUDIN NOOR	240	201701011100	2.9
SYAMSUDIN NOOR	210	201701011130	2.9
SYAMSUDIN NOOR	190	201701011200	4.1
SYAMSUDIN NOOR	190	201701011230	2.9
SYAMSUDIN NOOR	170	201701011300	2.9
SYAMSUDIN NOOR	160	201701011330	4.1

Tabel L1.3 Data Angin Bandara Syamsudin Noor Tanggal 01
Januari 2017 (Lanjutan)

Name	Direction (Degree)	Date and Time (YYYYMMDDhhmm)	Speed (knot)
SYAMSUDIN NOOR	180	201701011400	5.1
SYAMSUDIN NOOR	170	201701011430	2.9
SYAMSUDIN NOOR	170	201701011500	2.9
SYAMSUDIN NOOR	180	201701011530	2.9
SYAMSUDIN NOOR	200	201701011600	1.0
SYAMSUDIN NOOR	100	201701011630	1.9
SYAMSUDIN NOOR	70	201701011700	2.9
SYAMSUDIN NOOR	110	201701011730	1.9
SYAMSUDIN NOOR	120	201701011800	1.9
SYAMSUDIN NOOR	130	201701011830	2.9
SYAMSUDIN NOOR	110	201701011900	1.9
SYAMSUDIN NOOR	80	201701011930	1.9
SYAMSUDIN NOOR	60	201701012000	1.0
SYAMSUDIN NOOR	40	201701012030	1.9
SYAMSUDIN NOOR	60	201701012100	1.9
SYAMSUDIN NOOR	70	201701012130	1.9
SYAMSUDIN NOOR	70	201701012200	2.9
SYAMSUDIN NOOR	70	201701012230	2.9
SYAMSUDIN NOOR	90	201701012300	2.9
SYAMSUDIN NOOR	80	201701012330	4.1

Tabel L1.4 Data Angin Bandara Sam Ratulangi Tanggal 01
Januari 2017

Name	Direction (Degree)	Date and Time (YYYYMMDDhhmm)	Speed (knot)
SAM RATULANGI	100	201701010000	4.1
SAM RATULANGI	999	201701010200	0.0
SAM RATULANGI	320	201701010300	2.9
SAM RATULANGI	260	201701010330	4.1
SAM RATULANGI	280	201701010430	7.0
SAM RATULANGI	200	201701010500	5.1
SAM RATULANGI	290	201701010630	5.1
SAM RATULANGI	360	201701010700	8.9
SAM RATULANGI	10	201701010730	5.1
SAM RATULANGI	30	201701010800	2.9
SAM RATULANGI	190	201701010900	2.9
SAM RATULANGI	190	201701010930	4.1
SAM RATULANGI	999	201701011200	0.0
SAM RATULANGI	999	201701011300	0.0
SAM RATULANGI	110	201701011400	2.9
SAM RATULANGI	110	201701011430	2.9
SAM RATULANGI	110	201701011500	2.9
SAM RATULANGI	110	201701011530	2.9
SAM RATULANGI	999	201701011600	0.0
SAM RATULANGI	20	201701012100	1.9
SAM RATULANGI	30	201701012130	1.9
SAM RATULANGI	110	201701012200	1.9
SAM RATULANGI	90	201701012300	2.9
SAM RATULANGI	70	201701012330	2.9

Tabel L1.5 Data Angin Bandara Sentani Tanggal 01 Januari 2017

Name	Direction (Degree)	Date and Time (YYYYMMDDhhmm)	Speed (knot)
SENTANI	140	201701010000	2.9
SENTANI	120	201701010030	4.1
SENTANI	150	201701010100	7.0
SENTANI	100	201701010130	4.1
SENTANI	30	201701010200	1.9
SENTANI	280	201701010230	8.0
SENTANI	300	201701010300	8.0
SENTANI	290	201701010330	8.0
SENTANI	260	201701010400	8.0
SENTANI	290	201701010500	15.9
SENTANI	290	201701010600	15.0
SENTANI	290	201701010700	15.0
SENTANI	290	201701010800	13.0
SENTANI	250	201701010900	4.1
SENTANI	280	201701011000	6.0
SENTANI	210	201701011200	2.9
SENTANI	180	201701011500	2.9
SENTANI	999	201701011800	0.0
SENTANI	999	201701012100	0.0

Lampiran 2

(Data Tipe Pesawat)

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

Tabel L2.1 Data Tipe Pesawat di Bandara Sultan Syarif Kasim II
untuk Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
7:15 AM	Citilink	A320 (PK-GLI)
7:35 AM	Batik Air	A320 (PK-LAO)
7:45 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMS)
8:40 AM	Lion Airlines	739
8:55 AM	Citilink	A320 (PK-GQS)
9:00 AM	Lion Airlines	739
9:30 AM	Garuda Indonesia	AT76 (PK-GAO)
9:30 AM	Jetstar Airways	A320 (9V-JSH)
10:20 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMP)
10:30 AM	AirAsia	A20N (9M-AGX)
10:50 AM	Lion Air	B739 (PK-LHV)
11:25 AM	Lion Air	B739 (PK-LGJ)
11:30 AM	Citilink	A320 (PK-GLW)
11:40 AM	Batik Air	A320 (PK-LAH)
11:55 AM	Malindo Air	AT76 (9M-LMO)
12:05 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMY)
12:20 PM	Nam Air	735
12:20 PM	Sriwijaya Air	738
12:25 PM	Nam Air	735
12:25 PM	Citilink	A320 (PK-GLI)
12:55 PM	Lion Air	B738 (PK-LKR)
1:35 PM	Citilink	A320 (PK-GQS)
1:45 PM	Lion Air	B739 (PK-LHM)
2:00 PM	Wings Air	AT76 (PK-WHH)
2:00 PM	Citilink	320
2:15 PM	Lion Air	B739 (PK-LFW)

Tabel L2.1 Data Tipe Pesawat di Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018 (Lanjutan)

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
2:25 PM	Citilink	A320 (PK-GLW)
2:55 PM	Batik Air	B738 (PK-LDG)
3:10 PM	Batik Air	A320 (PK-LUO)
3:10 PM	Wings Air	AT7
3:20 PM	Lion Air	B738 (PK-LJR)
3:35 PM	AirAsia (Universiti Putra Malaysia Livery)	A320 (9M-AQD)
3:50 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMK)
4:20 PM	Lion Air	B738 (PK-LPM)
5:45 PM	Lion Air	B739 (PK-LHV)
5:45 PM	Lion Airlines	739
5:50 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMV)
6:40 PM	Batik Air	A320 (PK-LAP)
6:45 PM	Wings Air	AT76 (PK-WHH)
6:45 PM	Lion Air	B739 (PK-LFZ)
7:05 PM	Citilink	A320 (PK-GQE)
7:45 PM	Batik Air	32A
7:55 PM	Wings Air	AT75 (PK-WFO)
8:35 PM	Garuda Indonesia (SkyTeam Livery)	CRJX (PK-GRA)
8:40 PM	Lion Air	B738 (PK-LKR)
9:50 PM	Wings Air	AT7
10:05 PM	Batik Air	A320 (PK-LUM)
10:15 PM	Lion Airlines	738
10:15 PM	Lion Air	B738 (PK-LKJ)
10:50 PM	Sriwijaya Air	738

Tabel L2.2 Data Tipe Pesawat di Bandara Achmad Yani untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
6:20 AM	Citilink	A320 (PK-GLR)
6:45 AM	Batik Air	B738 (PK-LBQ)
6:55 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GEM)
7:20 AM	Lion Air	B738 (PK-LOJ)
7:45 AM	Citilink	A320 (PK-GQD)
8:05 AM	Sriwijaya Air	738
8:25 AM	Garuda Indonesia	CRJX (PK-GRS)
8:30 AM	AirAsia (Connecting ASEAN Livery)	A320 (9M-AHX)
8:35 AM	NAM Air	AT76 (PK-NYW)
8:35 AM	Citilink	A320 (PK-GLU)
8:45 AM	Wings Air	AT75 (PK-WFS)
9:00 AM	Batik Air	A320 (PK-LAY)
9:05 AM	Lion Air	B739 (PK-LHO)
9:20 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNA)
9:30 AM	Nam Air	GRND
9:40 AM	TransNusa	AT7
10:20 AM	Wings Air	AT7
10:25 AM	Citilink	A20N (PK-GTD)
10:50 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNE)
11:20 AM	Lion Air	B738 (PK-LOM)
11:35 AM	Nam Air	735
11:35 AM	Citilink	A320 (PK-GQD)
11:35 AM	Sriwijaya Air	738
11:40 AM	Wings Air	AT7
11:40 AM	Lion Airlines	739

Tabel L2.2 Data Tipe Pesawat di Bandara Achmad Yani untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018 (Lanjutan)

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
12:00 PM	My Indo Airlines	73F
12:20 PM	Lion Airlines	7M8
12:25 PM	Lion Air	B738 (PK-LOV)
12:30 PM	Citilink	A320 (PK-GLO)
12:35 PM	Trigana Air	733
12:40 PM	Wings Air	AT7
1:05 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMD)
1:35 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFX)
1:35 PM	Nam Air	735
2:00 PM	NAM Air	AT76 (PK-NYZ)
2:05 PM	Batik Air	A320 (PK-LUP)
2:25 PM	Lion Air	B739 (PK-LJI)
2:45 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFQ)
3:05 PM	NAM Air	AT76 (PK-NYW)
3:30 PM	Nam Air	735
3:35 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMF)
3:40 PM	Garuda Indonesia	CRJX (PK-GRS)
3:40 PM	Wings Air	AT76 (PK-WHO)
3:40 PM	Lion Airlines	7M8
3:50 PM	Nam Air	AT7
3:55 PM	Lion Airlines	739
4:10 PM	Citilink	A320 (PK-GLO)
4:35 PM	Lion Air	B739 (PK-LJG)
5:00 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMU)
5:10 PM	Batik Air	A320 (PK-LAQ)
5:15 PM	Nam Air	735

Tabel L2.2 Data Tipe Pesawat di Bandara Achmad Yani untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018 (Lanjutan 2)

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
5:30 PM	Citilink	320
5:35 PM	Garuda Indonesia	738
5:55 PM	Lion Airlines	739
6:35 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFL)
6:45 PM	Citilink	A320 (PK-GQD)
6:50 PM	Wings Air	AT76 (PK-WHO)
7:05 PM	NAM Air	AT76 (PK-NYW)
7:05 PM	Batik Air	738
7:10 PM	Sriwijaya Air	B735 (PK-CLF)
7:15 PM	Nam Air	735
7:20 PM	NAM Air	AT76 (PK-NYZ)
7:30 PM	Wings Air	AT76 (PK-WGG)
7:40 PM	Batik Air	A320 (PK-LAL)
7:45 PM	Sriwijaya Air	735
8:00 PM	Citilink	A320 (PK-GLA)
8:20 PM	Nam Air	735
8:50 PM	Garuda Indonesia (Retro 1960 livery)	B738 (PK-GFM)
8:50 PM	Wings Air	AT76 (PK-WGL)
8:55 PM	Batik Air	A320 (PK-LUI)
10:15 PM	Wings Air	AT7
10:30 PM	Batik Air	32A

Tabel L2.3 Data Tipe Pesawat di Bandara Syamsudin Noor untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
7:55 AM	Lion Air	B739 (PK-LFU)
8:15 AM	Lion Air (70th 737-900ER Livery)	B739 (PK-LJZ)
8:20 AM	Citilink	A20N (PK-GTD)
8:25 AM	Wings Air	AT76 (PK-WJK)
8:25 AM	Lion Air	B738 (PK-LJW)
8:35 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNG)
9:40 AM	NAM Air	AT76 (PK-NYZ)
10:00 AM	Citilink	A320 (PK-GQE)
10:15 AM	Lion Air	B739 (PK-LGL)
10:40 AM	Citilink	A320 (PK-GQD)
10:40 AM	Sriwijaya Air	735
11:30 AM	Lion Air	B738 (PK-LKT)
11:50 AM	NAM Air	AT76 (PK-NYZ)
11:55 AM	Wings Air	AT76 (PK-WGK)
12:40 PM	Lion Air	B739 (PK-LPH)
12:45 PM	Batik Air	A320 (PK-LAJ)
12:55 PM	Garuda Indonesia	CRJX (PK-GRM)
1:10 PM	Citilink (Kapal Api Livery)	A320 (PK-GLC)
1:30 PM	Wings Air	AT76 (PK-WGH)
1:35 PM	Lion Air	B739 (PK-LJI)
1:45 PM	Lion Air	B739 (PK-LGQ)
2:05 PM	Lion Air	B38M (PK-LQO)
2:30 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNV)
3:20 PM	Citilink	320
3:30 PM	Wings Air	AT76 (PK-WGH)
3:30 PM	Sriwijaya Air	B738 (PK-CRI)

Tabel L2.3 Data Tipe Pesawat di Bandara Syamsudin Noor untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018 (Lanjutan)

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
3:35 PM	Wings Air	AT7
4:05 PM	Lion Airlines	738
4:20 PM	Lion Air	B739 (PK-LPH)
5:20 PM	Lion Air	B739 (PK-LJI)
5:25 PM	Wings Air	AT7
5:25 PM	Lion Air	B739 (PK-LGW)
5:35 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNK)
5:55 PM	Lion Air	B739 (PK-LGZ)
6:10 PM	Lion Air	B739 (PK-LGQ)
6:25 PM	Nam Air	AT7
6:40 PM	Lion Air	B738 (PK-LJW)
7:05 PM	Citilink	A320 (PK-GQA)
7:10 PM	Wings Air	AT76 (PK-WJK)
7:10 PM	Garuda Indonesia	738
7:25 PM	Lion Airlines	7M8
7:25 PM	Citilink	A320 (PK-GQN)
8:50 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFP)
9:00 PM	Lion Airlines	739
9:40 PM	Batik Air	32A
10:25 PM	Garuda Indonesia	738
10:40 PM	Lion Air	B739 (PK-LGT)

Tabel L2.4 Data Tipe Pesawat di Bandara Sam Ratulangi untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
12:30 AM	Batik Air	32A
1:15 AM	Batik Air	32A
5:00 AM	Lion Air	B739 (PK-LJL)
6:05 AM	Batik Air	B739 (PK-LBM)
8:15 AM	Sriwijaya Air	738
8:15 AM	Sriwijaya Air	738
8:25 AM	Wings Air	AT76 (PK-WHY)
8:45 AM	Wings Air	AT76 (PK-WJG)
8:55 AM	Citilink	A20N (PK-GTH)
9:00 AM	Batik Air	B738 (PK-LDG)
9:05 AM	Wings Air	AT76 (PK-WJM)
9:50 AM	Lion Airlines	739
10:20 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFV)
10:25 AM	Garuda Indonesia	CRJX (PK-GRQ)
10:30 AM	Lion Airlines	739
11:35 AM	Wings Air	AT7
11:45 AM	Lion Air	B739 (PK-LHL)
11:45 AM	Lion Airlines	739
12:35 PM	Wings Air	AT76 (PK-WJM)
1:20 PM	Garuda Indonesia	CRK
2:00 PM	Batik Air	B738 (PK-LBQ)
2:00 PM	Wings Air	AT7
2:05 PM	Lion Air	B739 (PK-LJT)
2:20 PM	Garuda Indonesia	CRJX (PK-GRL)
3:15 PM	Nam Air	735

Tabel L2.4 Data Tipe Pesawat di Bandara Sam Ratulangi untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018 (Lanjutan)

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
3:15 PM	Lion Air	B738 (PK-LKJ)
3:20 PM	Sriwijaya Air	B738 (PK-CRH)
3:30 PM	Garuda Indonesia (Retro 1969 Livery)	B738 (PK-GFN)
3:35 PM	Lion Air (50th 737-900ER Livery)	B739 (PK-LHY)
3:45 PM	Nam Air	735
3:55 PM	Wings Air	AT76 (PK-WGM)
4:50 PM	Batik Air	B739 (PK-LBJ)
5:20 PM	Lion Air	B739 (PK-LJL)
5:50 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNJ)
6:20 PM	Nam Air	735
6:20 PM	Citilink	A320 (PK-GLP)
6:30 PM	Sriwijaya Air	735
6:45 PM	Wings Air	AT7
6:45 PM	Wings Air	AT7
6:45 PM	Wings Air	AT7
7:00 PM	Batik Air	A320 (PK-LAI)
7:10 PM	Nam Air	735
7:25 PM	Wings Air	AT76 (PK-WGM)
10:20 PM	Lion Air	B739 (PK-LFV)
10:30 PM	Lion Air	B38M (PK-LQO)
10:45 PM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GMJ)
11:45 PM	Nam Air	735

Tabel L2.5 Data Tipe Pesawat di Bandara Sentani untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
6:05 AM	Lion Air	B38M (PK-LQK)
6:05 AM	Lion Airlines	739
6:10 AM	Lion Air	B38M (PK-LQI)
6:25 AM	My Indo Airlines	73F
7:00 AM	Wings Air	AT76 (PK-WHZ)
7:10 AM	Sriwijaya Air	739
7:35 AM	Cardig Air	73Y
7:40 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNJ)
7:40 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFR)
7:40 AM	Citilink	A320 (PK-GLY)
7:50 AM	Trigana Air	73F
7:55 AM	Batik Air	B738 (PK-LBW)
7:55 AM	Trigana Air	73F
8:00 AM	Sriwijaya Air	B738 (PK-CML)
8:05 AM	Sriwijaya Air	B739 (PK-CMP)
8:05 AM	Sriwijaya Air	739
8:10 AM	Wings Air	AT7
8:25 AM	Nam Air	735
8:30 AM	Trigana Air	73F
8:40 AM	Garuda Indonesia (Retro 1960 livery)	B738 (PK-GFM)
8:50 AM	Trigana Air	AT7
8:50 AM	My Indo Airlines	73F
8:55 AM	Sriwijaya Air	B735 (PK-CLF)
9:00 AM	Nam Air	735

Tabel L2.5 Data Tipe Pesawat di Bandara Sentani untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018 (Lanjutan)

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
9:00 AM	Nam Air	735
9:01 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GNC)
9:20 AM	Trigana Air	AT7
9:35 AM	Trigana Air	733
9:55 AM	Trigana Air	73F
10:10 AM	Wings Air	AT76 (PK-WHZ)
10:10 AM	Lion Air	B38M (PK-LQI)
10:10 AM	Lion Airlines	738
10:10 AM	Cardig Air	73Y
10:25 AM	Garuda Indonesia	CRJX (PK-GRF)
10:30 AM	Wings Air	AT76 (PK-WHT)
10:35 AM	Trigana Air	B733 (PK-YSG)
10:40 AM	Trigana Air	ATF
10:40 AM	NAM Air	AT76 (PK-NYU)
10:55 AM	Trigana Air	ATF
11:20 AM	Trigana Air	AT4
11:30 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFT)
11:45 AM	Garuda Indonesia	B738 (PK-GFR)
11:45 AM	Trigana Air	733
11:50 AM	Trigana Air	AT7
11:55 AM	Sriwijaya Air	B738 (PK-CML)
12:00 PM	Trigana Air	73F
12:10 PM	My Indo Airlines	73F
12:20 PM	My Indo Airlines	73F
12:20 PM	Cardig Air	73Y

Tabel L2.5 Data Tipe Pesawat di Bandara Sentani untuk
Kedatangan pada Tanggal 18 Desember 2018 (Lanjutan 2)

Waktu	Maskapai	Tipe Pesawat
12:30 PM	Trigana Air	AT7
12:40 PM	Trigana Air	73F
12:45 PM	Wings Air	AT76 (PK-WHM)
1:00 PM	Trigana Air	B733 (PK-YSG)
1:10 PM	Lion Air	B739 (PK-LJL)
1:20 PM	Nam Air	AT7
1:40 PM	Trigana Air	ATF
1:45 PM	NAM Air	AT76 (PK-NYU)
1:50 PM	Garuda Indonesia	AT76 (PK-GAQ)
1:50 PM	Trigana Air	ATF
1:50 PM	Sriwijaya Air	733
2:05 PM	Trigana Air	73F
2:10 PM	Trigana Air	AT7
2:10 PM	Trigana Air	733
2:30 PM	Cardig Air	73Y
2:45 PM	Trigana Air	73F
2:45 PM	Cardig Air	73Y
2:50 PM	Trigana Air	B733 (PK-YSG)
3:20 PM	My Indo Airlines	73F
4:05 PM	Trigana Air	73F
4:15 PM	Batik Air	A320 (PK-LUG)
4:20 PM	Trigana Air	AT4
4:20 PM	My Indo Airlines	73F
4:25 PM	Cardig Air	73Y
4:30 PM	Trigana Air	73F

Lampiran 3

(Data Rekapitulasi *Wind Coverage* dari WindRose PRO)

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

Tabel L3.1 *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II
(Bulanan tahun 2017)

Arah Runway	Wind Coverage (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
36/18	100	100	100	100	100	100	100	100	99.92	100	100	100
01/19	100	100	100	100	100	100	99.93	100	99.92	100	100	100
02/20	100	100	100	100	100	100	99.93	100	99.92	100	100	100
03/21	100	100	100	99.92	100	100	99.93	100	99.92	100	100	100
04/22	100	100	100	99.92	99.92	100	99.93	100	99.92	100	100	99.93
05/23	100	100	100	99.92	99.92	99.92	99.93	100	99.84	100	100	99.93
06/24	100	100	100	99.92	99.92	99.92	99.93	100	99.84	100	100	99.85
07/25	100	100	100	99.75	99.92	99.92	99.93	100	99.84	100	100	99.85
08/26	100	100	100	99.75	99.92	99.84	99.93	100	99.84	100	100	99.85
09/27	100	100	100	99.75	99.92	99.84	99.93	99.92	99.84	100	100	99.85
10/28	100	100	100	99.75	99.92	99.92	99.93	99.92	99.84	100	100	99.85
11/29	100	100	100	99.75	100	99.92	99.93	99.92	99.92	100	100	99.93
12/30	100	100	100	99.92	100	99.92	99.93	99.92	99.92	100	100	99.93
13/31	100	100	100	99.92	100	99.92	99.93	99.92	99.92	100	100	99.93
14/32	100	100	100	99.92	100	99.92	100	100	99.92	100	100	99.93
15/33	100	100	100	99.92	100	100	100	100	99.92	100	100	100
16/34	100	100	100	100	100	100	100	100	99.84	100	100	100
17/35	100	100	100	100	100	100	100	100	99.84	100	100	100

Tabel L3.2 *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II (1 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)									
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008
36/18	99.99	99.93	100	99.99	99.85	99.86	99.79	99.89	99.9	99.94
01/19	99.99	99.94	100	99.99	99.87	99.88	99.79	99.94	99.92	99.96
02/20	99.99	99.94	100	99.99	99.88	99.89	99.8	99.91	99.92	99.96
03/21	99.98	99.96	99.99	99.99	99.92	99.89	99.82	99.91	99.9	99.92
04/22	99.97	99.96	99.99	99.99	99.96	99.83	99.8	99.87	99.87	99.92
05/23	99.95	99.94	99.99	99.95	99.92	99.8	99.8	99.89	99.87	99.9
06/24	99.95	99.92	99.99	99.95	99.92	99.77	99.8	99.87	99.9	99.86
07/25	99.93	99.92	99.99	99.96	99.91	99.74	99.76	99.85	99.92	99.88
08/26	99.93	99.93	100	99.96	99.89	99.71	99.79	99.83	99.9	99.84
09/27	99.92	99.94	99.99	99.96	99.88	99.74	99.79	99.85	99.92	99.86
10/28	99.93	99.93	99.99	99.98	99.87	99.76	99.77	99.87	99.95	99.88
11/29	99.95	99.95	99.99	99.98	99.85	99.79	99.79	99.89	99.92	99.88
12/30	99.96	99.94	99.99	99.98	99.83	99.77	99.79	99.89	99.87	99.9
13/31	99.96	99.93	99.99	99.98	99.8	99.74	99.79	99.87	99.85	99.94
14/32	99.97	99.93	100	99.96	99.79	99.77	99.77	99.87	99.85	99.92
15/33	99.99	99.92	100	99.96	99.79	99.8	99.77	99.89	99.9	99.94
16/34	99.99	99.9	100	99.96	99.77	99.8	99.77	99.87	99.92	99.94
17/35	99.99	99.91	100	99.96	99.76	99.8	99.76	99.85	99.9	99.94

Tabel L3.3 *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II (5 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)							
	1978-1982	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2012	2012-2017
36/18	99.76	99.81	99.84	99.88	99.88	99.92	99.87	99.96
01/19	99.73	99.85	99.86	99.92	99.87	99.92	99.89	99.96
02/20	99.68	99.82	99.86	99.91	99.87	99.92	99.89	99.97
03/21	99.67	99.79	99.89	99.91	99.88	99.92	99.88	99.97
04/22	99.68	99.75	99.91	99.88	99.88	99.94	99.85	99.97
05/23	99.68	99.77	99.91	99.82	99.88	99.93	99.85	99.95
06/24	99.7	99.78	99.87	99.78	99.9	99.93	99.83	99.95
07/25	99.7	99.77	99.81	99.78	99.91	99.93	99.82	99.94
08/26	99.72	99.77	99.8	99.8	99.92	99.93	99.8	99.94
09/27	99.73	99.78	99.8	99.82	99.95	99.94	99.82	99.94
10/28	99.74	99.78	99.8	99.83	99.94	99.94	99.83	99.94
11/29	99.76	99.8	99.83	99.83	99.94	99.91	99.84	99.95
12/30	99.73	99.76	99.81	99.83	99.95	99.92	99.84	99.95
13/31	99.76	99.74	99.81	99.84	99.95	99.91	99.83	99.94
14/32	99.76	99.77	99.8	99.84	99.93	99.89	99.83	99.94
15/33	99.76	99.76	99.86	99.81	99.93	99.89	99.85	99.94
16/34	99.77	99.75	99.83	99.8	99.92	99.88	99.85	99.94
17/35	99.8	99.78	99.83	99.83	99.88	99.9	99.84	99.94

Tabel L3.4 *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II (10 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)			
	1978-1987	1988-1997	1998-2007	2008-2017
36/18	99.78	99.87	99.90	99.93
01/19	99.79	99.90	99.90	99.94
02/20	99.75	99.89	99.90	99.94
03/21	99.73	99.90	99.90	99.94
04/22	99.71	99.89	99.91	99.93
05/23	99.72	99.85	99.91	99.92
06/24	99.74	99.81	99.92	99.91
07/25	99.73	99.79	99.92	99.90
08/26	99.74	99.80	99.93	99.90
09/27	99.75	99.81	99.94	99.90
10/28	99.76	99.82	99.94	99.91
11/29	99.78	99.83	99.92	99.91
12/30	99.74	99.82	99.93	99.91
13/31	99.75	99.83	99.93	99.90
14/32	99.76	99.83	99.91	99.91
15/33	99.76	99.83	99.91	99.91
16/34	99.76	99.81	99.90	99.91
17/35	99.79	99.83	99.89	99.91

Tabel L3.5 *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani (Bulanan tahun 2017)

Arah Runway	Wind Coverage (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
36/18	99.91	98.86	99.91	99.9	99.91	99.91	99.91	99.47	99.82	99.91	100	99.91
01/19	99.91	98.34	99.91	99.9	99.91	99.91	99.91	99.38	99.82	99.91	99.91	99.74
02/20	99.82	98.24	99.91	99.9	99.91	99.91	99.91	99.38	99.91	100	99.91	99.74
03/21	99.82	98.24	99.91	99.9	99.91	99.91	99.91	99.38	99.91	100	99.91	99.66
04/22	99.82	98.24	99.91	99.9	99.91	99.91	99.91	99.56	99.91	100	99.91	99.66
05/23	99.82	98.96	100	99.9	99.91	99.91	100	99.82	100	100	99.91	99.66
06/24	99.82	99.59	100	100	99.91	99.82	100	99.91	100	100	99.91	99.83
07/25	99.91	99.79	100	100	99.91	99.91	100	99.91	100	100	99.91	99.91
08/26	100	100	99.91	100	99.91	99.91	99.91	99.91	100	100	100	100
09/27	100	100	99.91	100	100	99.91	99.91	99.91	100	99.91	100	100
10/28	100	100	99.91	100	100	99.91	99.91	99.91	100	99.91	100	100
11/29	100	100	99.91	100	100	99.91	99.91	100	100	99.91	100	100
12/30	99.91	100	99.91	100	99.91	99.91	99.91	100	99.91	99.91	99.91	100
13/31	99.91	99.9	99.91	100	99.91	100	99.91	99.82	99.91	99.91	99.91	100
14/32	99.91	99.9	99.91	100	99.91	100	99.91	99.82	99.91	99.91	99.91	100
15/33	99.91	99.9	99.91	99.9	99.91	100	99.91	99.74	99.82	99.81	99.91	100
16/34	99.91	99.9	99.91	99.9	99.91	100	99.91	99.74	99.82	99.81	99.91	100
17/35	99.91	99.69	99.91	99.9	99.91	100	99.91	99.74	99.82	99.81	100	100

Tabel L3.6 *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani (1 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)									
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2009	2008	2007
36/18	99.79	99.94	99.73	99.91	99.77	99.85	99.99	99.83	99.78	99.69
01/19	99.72	99.93	99.54	99.85	99.65	99.78	99.86	99.83	99.63	99.55
02/20	99.72	99.92	99.32	99.82	99.43	99.72	99.72	99.63	99.55	99.38
03/21	99.72	99.91	99.34	99.81	99.29	99.7	99.55	99.52	99.59	99.28
04/22	99.73	99.89	99.36	99.8	99.15	99.68	99.37	99.43	99.66	99.28
05/23	99.83	99.89	99.43	99.82	99.19	99.7	99.33	99.52	99.7	99.31
06/24	99.9	99.92	99.61	99.84	99.31	99.73	99.4	99.6	99.78	99.31
07/25	99.94	99.93	99.89	99.91	99.56	99.75	99.61	99.57	99.81	99.45
08/26	99.96	99.94	99.98	99.93	99.75	99.73	99.73	99.63	99.89	99.55
09/27	99.96	99.98	99.98	99.95	99.9	99.78	99.83	99.71	99.96	99.62
10/28	99.96	99.98	99.95	99.97	99.94	99.82	99.96	99.86	100	99.72
11/29	99.97	99.98	99.95	99.97	99.97	99.87	99.97	99.86	100	99.86
12/30	99.94	99.98	99.95	99.98	99.97	99.88	99.99	99.91	100	99.86
13/31	99.92	99.98	99.95	99.98	99.98	99.88	99.99	99.94	100	99.86
14/32	99.92	99.98	99.98	99.97	99.98	99.9	99.99	99.91	99.96	99.93
15/33	99.89	99.99	99.98	99.97	99.98	99.9	99.99	99.91	99.96	99.9
16/34	99.89	99.99	99.93	99.96	99.97	99.87	99.97	99.89	99.96	99.79
17/35	99.88	99.95	99.84	99.95	99.92	99.85	99.99	99.86	99.89	99.69

Tabel L3.7 *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani (5 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)						
	1980- 1984	1985- 1989	1990- 1994	1995- 1999	2000- 2004	2005- 2009	2013- 2017
36/18	99.55	99.85	99.71	99.65	99.59	99.84	99.83
01/19	99.61	99.85	99.72	99.69	99.5	99.75	99.76
02/20	99.69	99.84	99.72	99.69	99.48	99.62	99.67
03/21	99.78	99.85	99.71	99.69	99.47	99.54	99.63
04/22	99.9	99.85	99.67	99.69	99.47	99.5	99.6
05/23	99.95	99.85	99.7	99.7	99.55	99.54	99.65
06/24	99.95	99.87	99.68	99.72	99.62	99.58	99.72
07/25	99.98	99.88	99.72	99.76	99.68	99.65	99.83
08/26	99.93	99.9	99.73	99.79	99.72	99.73	99.9
09/27	99.93	99.89	99.73	99.81	99.73	99.8	99.95
10/28	99.91	99.91	99.77	99.82	99.8	99.87	99.96
11/29	99.87	99.93	99.77	99.84	99.82	99.92	99.97
12/30	99.83	99.94	99.73	99.83	99.85	99.94	99.96
13/31	99.8	99.96	99.76	99.86	99.89	99.94	99.96
14/32	99.75	99.93	99.72	99.83	99.84	99.94	99.96
15/33	99.69	99.89	99.72	99.81	99.85	99.94	99.96
16/34	99.6	99.87	99.71	99.73	99.76	99.91	99.95
17/35	99.53	99.84	99.71	99.69	99.68	99.87	99.92

Tabel L3.8 *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani (10 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)		
	1980-1989	1990-1999	2000-2009
36/18	99.71	99.67	99.75
01/19	99.73	99.70	99.66
02/20	99.77	99.70	99.57
03/21	99.82	99.69	99.52
04/22	99.87	99.68	99.49
05/23	99.90	99.70	99.54
06/24	99.91	99.71	99.59
07/25	99.93	99.75	99.66
08/26	99.92	99.77	99.72
09/27	99.91	99.78	99.78
10/28	99.91	99.80	99.84
11/29	99.90	99.81	99.88
12/30	99.88	99.79	99.90
13/31	99.88	99.82	99.92
14/32	99.84	99.79	99.90
15/33	99.79	99.78	99.90
16/34	99.74	99.72	99.85
17/35	99.69	99.70	99.80

Tabel L3.9 *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor (Bulanan tahun 2017)

Arah Runway	Wind Coverage (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
36/18	99.63	99.67	99.91	100	99.87	99.85	100	100	99.82	100	100	99.85
01/19	99.63	99.78	99.91	100	99.87	99.85	100	100	99.82	100	100	99.92
02/20	99.82	99.78	99.91	100	99.87	99.85	100	100	99.82	100	100	99.92
03/21	100	99.78	99.91	100	99.87	99.85	100	100	99.82	100	100	99.92
04/22	100	99.78	99.91	100	100	99.85	100	100	100	100	99.92	99.92
05/23	100	100	99.91	100	100	99.71	100	100	100	100	99.92	99.92
06/24	100	100	99.91	100	100	99.71	100	100	100	100	99.92	99.92
07/25	100	100	100	100	100	99.71	100	100	100	100	99.92	100
08/26	100	100	100	100	100	99.85	100	100	100	100	99.92	100
09/27	100	100	100	100	100	99.85	100	100	100	100	100	100
10/28	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11/29	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12/30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13/31	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14/32	99.91	99.89	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.92
15/33	99.72	99.89	100	100	100	100	100	100	99.91	100	100	99.92
16/34	99.63	99.78	100	100	100	100	100	100	99.91	100	100	99.92
17/35	99.63	99.78	100	100	99.87	99.85	100	100	99.82	100	100	99.92

Tabel L3.10 *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor (1 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)									
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008
36/18	99.88	99.92	99.91	99.97	99.89	99.92	99.92	99.98	100	99.87
01/19	99.9	99.91	99.92	99.97	99.91	99.92	99.92	99.98	100	99.92
02/20	99.92	99.91	99.92	99.98	99.92	99.92	99.94	99.98	100	99.97
03/21	99.93	99.92	99.95	99.97	99.94	99.92	99.94	99.98	100	99.97
04/22	99.95	99.92	99.98	99.97	99.95	99.94	99.94	99.97	100	99.92
05/23	99.96	99.92	99.99	99.98	99.97	99.92	99.92	99.97	100	99.9
06/24	99.96	99.93	99.98	99.98	99.98	99.9	99.94	99.98	99.97	99.92
07/25	99.98	99.93	99.98	99.97	99.98	99.9	99.94	99.98	99.97	99.92
08/26	99.98	99.93	99.97	99.98	99.98	99.87	99.92	99.98	99.97	99.92
09/27	99.99	99.95	99.97	99.99	99.98	99.9	99.92	99.98	99.97	99.9
10/28	100	99.97	99.96	99.99	99.98	99.92	99.92	99.98	99.97	99.9
11/29	100	99.98	99.96	99.99	99.98	99.94	99.92	99.97	99.97	99.85
12/30	100	99.94	99.95	99.99	99.97	99.94	99.91	99.97	99.97	99.85
13/31	100	99.93	99.94	99.99	99.95	99.96	99.91	99.98	99.97	99.85
14/32	99.98	99.93	99.93	99.99	99.95	99.98	99.95	99.98	99.97	99.9
15/33	99.95	99.91	99.93	99.99	99.92	99.94	99.95	99.98	99.97	99.9
16/34	99.93	99.92	99.9	99.99	99.92	99.92	99.94	99.98	99.97	99.87
17/35	99.91	99.93	99.88	99.98	99.91	99.92	99.91	99.98	100	99.87

Tabel L3.11 *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor (5 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)							
	1978-1982	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2012	2013-2017
36/18	99.91	99.81	99.82	99.97	99.97	99.93	99.94	99.91
01/19	99.9	99.83	99.86	99.99	99.98	99.95	99.95	99.92
02/20	99.89	99.8	99.89	99.98	99.98	99.95	99.96	99.93
03/21	99.9	99.83	99.84	99.97	99.99	99.95	99.96	99.94
04/22	99.91	99.86	99.82	99.96	99.99	99.95	99.95	99.95
05/23	99.9	99.84	99.82	99.95	99.98	99.92	99.94	99.96
06/24	99.88	99.8	99.86	99.94	99.98	99.96	99.94	99.96
07/25	99.87	99.78	99.82	99.95	99.98	99.96	99.94	99.97
08/26	99.87	99.78	99.8	99.93	99.98	99.96	99.93	99.97
09/27	99.87	99.8	99.77	99.92	99.98	99.97	99.93	99.98
10/28	99.86	99.8	99.77	99.91	99.98	99.97	99.94	99.98
11/29	99.83	99.81	99.8	99.93	99.98	99.97	99.93	99.98
12/30	99.85	99.81	99.77	99.93	99.97	99.96	99.93	99.97
13/31	99.9	99.84	99.73	99.95	99.98	99.95	99.93	99.96
14/32	99.91	99.81	99.77	99.95	99.98	99.95	99.96	99.95
15/33	99.92	99.78	99.75	99.95	99.98	99.94	99.95	99.94
16/34	99.93	99.75	99.75	99.95	99.98	99.94	99.94	99.93
17/35	99.93	99.77	99.77	99.96	99.98	99.92	99.93	99.92

Tabel L3.12 *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor (10 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)			
	1978-1987	1988-1997	1998-2007	2008-2017
36/18	99.87	99.93	99.95	99.92
01/19	99.87	99.96	99.96	99.93
02/20	99.85	99.96	99.96	99.94
03/21	99.87	99.94	99.96	99.95
04/22	99.89	99.92	99.97	99.95
05/23	99.88	99.91	99.95	99.95
06/24	99.85	99.92	99.97	99.96
07/25	99.83	99.91	99.97	99.96
08/26	99.83	99.89	99.97	99.96
09/27	99.84	99.88	99.97	99.96
10/28	99.83	99.87	99.97	99.97
11/29	99.83	99.89	99.97	99.97
12/30	99.83	99.88	99.96	99.96
13/31	99.88	99.88	99.96	99.95
14/32	99.87	99.90	99.96	99.95
15/33	99.86	99.89	99.96	99.94
16/34	99.86	99.89	99.96	99.93
17/35	99.86	99.90	99.94	99.93

Tabel L3.14 *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi (1 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)									
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008
36/18	99.96	100	99.98	99.96	99.99	100	99.99	99.98	100	99.95
01/19	99.97	100	99.99	99.96	99.99	100	99.99	99.98	100	99.95
02/20	99.98	100	99.99	99.97	99.99	100	99.99	99.98	100	99.95
03/21	99.98	100	99.91	99.97	99.99	99.99	99.97	99.98	99.97	99.89
04/22	99.98	99.99	99.61	99.93	99.99	99.96	99.89	99.98	99.84	99.84
05/23	99.98	99.99	99.08	99.75	99.96	99.93	99.8	99.98	99.52	99.7
06/24	99.97	99.99	98.36	99.39	99.9	99.81	99.65	99.98	99.16	99.38
07/25	99.98	99.98	98.3	99.28	99.9	99.72	99.57	99.98	98.73	99.11
08/26	99.97	99.98	98.3	99.27	99.9	99.67	99.58	99.98	98.47	98.92
09/27	99.97	99.98	98.31	99.28	99.9	99.69	99.73	99.96	98.51	99.03
10/28	99.97	99.98	98.7	99.4	99.92	99.79	99.86	99.96	98.95	99.3
11/29	99.98	99.98	99.56	99.68	99.98	99.89	99.95	99.97	99.47	99.59
12/30	99.98	99.99	99.86	99.84	100	99.94	99.97	99.97	99.78	99.78
13/31	99.98	100	99.99	99.96	100	99.99	99.99	99.98	99.96	99.95
14/32	99.97	100	99.99	99.96	100	99.99	99.99	99.98	99.99	99.95
15/33	99.97	100	99.99	99.95	100	100	99.99	99.98	99.99	99.95
16/34	99.97	100	99.99	99.95	99.99	100	99.99	99.99	99.99	99.95
17/35	99.97	100	99.99	99.95	99.99	100	99.99	100	99.99	99.95

Tabel L3.15 *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi (5 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)							
	1978- 1982	1983- 1987	1988- 1992	1993- 1997	1998- 2002	2003- 2007	2008- 2012	2013- 2017
36/18	99.89	99.95	99.86	99.96	99.96	99.96	99.99	99.98
01/19	99.89	99.94	99.88	99.97	99.95	99.99	99.99	99.98
02/20	99.87	99.88	99.88	99.96	99.96	99.99	99.99	99.99
03/21	99.91	99.76	99.89	99.96	99.94	99.99	99.97	99.97
04/22	99.9	99.54	99.88	99.93	99.94	99.86	99.92	99.9
05/23	99.85	99.41	99.88	99.86	99.92	99.8	99.84	99.76
06/24	99.81	99.28	99.88	99.75	99.86	99.67	99.69	99.53
07/25	99.83	99.15	99.82	99.7	99.82	99.5	99.56	99.49
08/26	99.82	99.11	99.77	99.65	99.79	99.45	99.5	99.49
09/27	99.84	99.13	99.79	99.67	99.79	99.47	99.56	99.5
10/28	99.84	99.17	99.79	99.69	99.84	99.56	99.7	99.6
11/29	99.87	99.32	99.85	99.77	99.9	99.67	99.85	99.84
12/30	99.87	99.53	99.91	99.83	99.94	99.78	99.92	99.93
13/31	99.91	99.68	99.91	99.92	99.96	99.9	99.98	99.99
14/32	99.91	99.83	99.91	99.96	99.96	99.93	99.98	99.99
15/33	99.9	99.94	99.91	99.96	99.96	99.95	99.98	99.98
16/34	99.88	99.93	99.88	99.97	99.95	99.95	99.99	99.98
17/35	99.89	99.95	99.88	99.95	99.95	99.95	99.99	99.98

Tabel L3.16 *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi (10 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)			
	1978-1987	1988-1997	1998-2007	2008-2017
36/18	99.92	99.93	99.96	99.98
01/19	99.92	99.94	99.97	99.99
02/20	99.88	99.93	99.97	99.99
03/21	99.84	99.94	99.97	99.97
04/22	99.73	99.91	99.90	99.91
05/23	99.64	99.87	99.86	99.80
06/24	99.55	99.80	99.77	99.61
07/25	99.50	99.74	99.65	99.53
08/26	99.47	99.70	99.61	99.49
09/27	99.49	99.71	99.62	99.53
10/28	99.52	99.73	99.70	99.65
11/29	99.60	99.80	99.78	99.84
12/30	99.71	99.86	99.86	99.93
13/31	99.80	99.91	99.93	99.98
14/32	99.87	99.94	99.95	99.98
15/33	99.92	99.94	99.95	99.98
16/34	99.91	99.94	99.95	99.98
17/35	99.92	99.93	99.95	99.98

Tabel L3.18 *Wind Coverage* Bandara Sentani (1 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)									
	2017	2016	2015	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007
36/18	99.76	99.33	97.62	98.6	99.34	99.75	99.34	95.26	94.93	99.6
01/19	99.71	99.21	97.25	98.43	99.27	99.75	99.31	95	94.78	99.63
02/20	99.7	99.19	97.16	98.43	99.27	99.78	99.31	95.18	94.78	99.67
03/21	99.71	99.17	97.16	98.67	99.58	99.89	99.49	95.92	95.32	99.78
04/22	99.82	99.39	97.31	98.95	99.72	99.96	99.71	96.66	95.89	99.82
05/23	99.9	99.71	98.05	99.3	99.79	100	99.82	97.48	96.78	99.78
06/24	99.97	99.89	98.73	99.62	99.93	100	99.96	98.63	98.12	99.85
07/25	99.98	99.93	99.39	99.72	100	100	99.96	99.3	99.08	99.89
08/26	99.98	99.94	99.76	99.79	100	100	100	99.59	99.65	99.89
09/27	99.98	99.95	99.93	99.79	100	100	100	99.78	99.88	99.89
10/28	99.99	99.98	99.97	99.79	100	100	100	99.78	99.96	99.89
11/29	99.99	99.98	99.97	99.79	100	100	100	99.74	99.96	99.89
12/30	99.99	99.98	99.97	99.79	100	100	100	99.59	99.65	99.93
13/31	99.99	99.98	99.99	99.86	100	100	99.96	98.81	98.89	99.85
14/32	99.99	99.99	99.99	99.86	100	100	99.96	97.85	97.58	99.74
15/33	99.96	99.99	99.96	99.79	99.97	100	99.78	96.92	96.47	99.71
16/34	99.94	99.95	99.69	99.48	99.83	99.93	99.67	96.03	95.7	99.6
17/35	99.82	99.65	98.83	99.09	99.65	99.82	99.49	95.44	95.28	99.52

Tabel L3.19 *Wind Coverage* Bandara Sentani (5 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)							
	1974-1978	1979-1983	1984-1988	1989-1993	1994-1998	1999-2003	2008-2004	2009-2013
36/18	99.09	99.38	98.76	98.89	99.33	99.34	97.78	98.48
01/19	99.03	99.34	98.74	98.86	99.36	99.28	97.75	98.37
02/20	99.09	99.36	98.86	98.86	99.45	99.32	97.8	98.42
03/21	99.09	99.4	99.14	99.18	99.62	99.45	98.06	98.73
04/22	99.21	99.59	99.39	99.42	99.85	99.65	98.46	99.02
05/23	99.39	99.75	99.71	99.47	99.92	99.79	98.88	99.29
06/24	99.57	99.79	99.81	99.65	99.95	99.93	99.34	99.63
07/25	99.57	99.81	99.87	99.8	99.95	99.96	99.64	99.8
08/26	99.7	99.81	99.94	99.88	99.97	99.96	99.84	99.88
09/27	99.82	99.9	99.96	99.94	99.97	99.96	99.91	99.91
10/28	99.76	99.92	99.96	99.94	99.98	99.96	99.93	99.91
11/29	99.76	99.94	99.98	99.94	99.98	99.96	99.91	99.91
12/30	99.76	99.94	99.92	99.91	99.98	99.96	99.84	99.88
13/31	99.76	99.9	99.81	99.8	99.93	99.9	99.47	99.73
14/32	99.57	99.81	99.52	99.62	99.85	99.87	98.98	99.55
15/33	99.45	99.71	99.2	99.33	99.66	99.73	98.46	99.31
16/34	99.21	99.48	98.88	98.98	99.5	99.5	98.08	99.01
17/35	99.09	99.44	98.76	98.95	99.37	99.36	97.91	98.72

Tabel L3.20 *Wind Coverage* Bandara Sentani (10 Tahunan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)			
	1983-1974	1993-1984	2003-1994	2013-2004
36/18	99.30	98.81	99.34	98.16
01/19	99.26	98.79	99.31	98.09
02/20	99.29	98.86	99.38	98.14
03/21	99.32	99.16	99.53	98.43
04/22	99.49	99.40	99.74	98.76
05/23	99.66	99.61	99.85	99.10
06/24	99.74	99.74	99.94	99.50
07/25	99.75	99.84	99.96	99.73
08/26	99.78	99.91	99.96	99.86
09/27	99.88	99.95	99.96	99.91
10/28	99.88	99.95	99.97	99.92
11/29	99.89	99.96	99.97	99.91
12/30	99.89	99.91	99.97	99.86
13/31	99.86	99.80	99.91	99.61
14/32	99.75	99.56	99.86	99.29
15/33	99.64	99.25	99.70	98.92
16/34	99.41	98.92	99.50	98.59
17/35	99.35	98.84	99.36	98.36

Tabel L3.21 *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II
(Bulanan tahun 1978)

Arah Runway	Wind Coverage (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
36/18	100	100	100	100	100	100	98.96	99.03	100	99	99.47	99.49
01/19	100	100	100	100	100	100	98.44	99.03	100	99.5	98.94	100
02/20	100	100	100	100	100	100	97.92	99.03	99.37	99.5	98.94	100
03/21	100	100	100	100	100	100	97.4	99.03	99.37	99.5	98.94	100
04/22	100	100	100	100	100	100	97.4	99.03	99.37	99.5	98.94	100
05/23	99.5	100	100	100	100	100	97.4	99.03	99.37	99.5	98.94	100
06/24	99.5	100	100	100	100	100	97.4	100	99.37	99.5	99.47	100
07/25	99.5	100	100	100	100	100	97.4	100	100	99.5	99.47	100
08/26	99.5	99.43	99.41	100	100	100	98.96	100	100	99.5	99.47	100
09/27	99.5	99.43	99.41	100	100	100	100	100	100	99.5	99.47	100
10/28	99.5	99.43	99.41	100	100	100	100	100	100	99	99.47	100
11/29	99.5	99.43	99.41	100	100	100	100	100	100	99	100	100
12/30	100	99.43	99.41	100	100	100	100	100	100	99	100	99.49
13/31	100	100	100	100	100	100	100	99.51	100	99.5	100	99.49
14/32	100	100	100	100	100	100	100	99.51	100	99.5	100	99.49
15/33	100	100	100	100	100	100	100	99.03	100	99.5	99.47	99.49
16/34	100	100	100	100	100	100	99.48	99.03	100	99.5	99.47	99.49
17/35	100	100	100	100	100	100	99.48	99.03	100	99.5	99.47	99.49

Tabel L3.22 *Wind Coverage* Bandara Achmad Yani (Bulanan tahun 1981)

Arah Runway	Wind Coverage (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
36/18	94.41	98.69	100	100	100	100	98.67	100	100	100	100	98.99
01/19	95.1	98.69	100	100	100	100	98.67	100	100	100	100	100
02/20	97.2	98.69	100	100	100	100	98.67	100	100	100	100	100
03/21	97.9	99.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
04/22	100	99.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
05/23	100	99.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
06/24	100	99.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
07/25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
08/26	100	99.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
09/27	100	99.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10/28	100	98.69	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11/29	100	98.04	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12/30	99.3	97.39	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13/31	97.9	97.39	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14/32	97.2	97.39	100	100	100	100	98.67	100	100	98.73	100	100
15/33	94.41	98.04	100	100	100	100	98.67	100	100	98.73	100	100
16/34	94.41	98.04	100	100	100	100	98.67	100	100	98.73	100	98.99
17/35	93.71	98.69	100	100	100	100	98.67	100	100	100	100	98.99

Tabel L3.23 *Wind Coverage* Bandara Syamsudin Noor (Bulanan tahun 1990)

Arah Runway	Wind Coverage (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
36/18	100	100	100	100	100	100	100	100	97.06	97.87	100	100
01/19	100	100	100	100	100	100	100	100	97.06	97.87	100	100
02/20	100	100	100	100	100	100	100	100	97.06	97.87	100	100
03/21	100	100	100	100	100	100	100	98.28	97.06	97.87	100	100
04/22	100	100	100	100	100	100	100	98.28	97.06	97.87	100	100
05/23	100	100	100	100	100	100	100	98.28	97.06	97.87	100	100
06/24	100	100	100	100	100	100	100	98.28	97.06	100	100	100
07/25	100	100	100	100	100	100	100	98.28	97.06	97.87	100	100
08/26	100	100	100	100	100	100	100	98.28	100	95.74	100	100
09/27	100	100	100	100	100	96.43	100	98.28	100	95.74	100	100
10/28	100	100	100	100	100	96.43	100	98.28	100	95.74	100	100
11/29	100	100	100	100	100	96.43	100	98.28	97.06	97.87	100	100
12/30	100	100	100	100	100	96.43	100	98.28	97.06	97.87	100	100
13/31	100	100	100	100	100	96.43	100	98.28	97.06	97.87	100	100
14/32	100	100	100	100	100	100	100	98.28	97.06	97.87	100	100
15/33	100	100	100	100	100	100	100	98.28	97.06	97.87	100	100
16/34	100	100	100	100	100	100	100	98.28	97.06	97.87	100	100
17/35	100	100	100	100	100	100	100	98.28	97.06	97.87	100	100

Tabel L3.24 *Wind Coverage* Bandara Sam Ratulangi (Bulanan tahun 1987)

[illegible]

Tabel L3.25 *Wind Coverage* Bandara Sentani (Bulanan tahun 2008)

Arah Runway	Wind Coverage (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
36/18	70.04	88	99.53	89.42	98.72	99.56	99.57	99.05	99.55	100	98.5	97.24
01/19	72.25	89.5	99.06	89.42	98.72	99.13	98.71	98.1	98.65	98.58	98	97.24
02/20	74.01	89.5	99.53	89.42	99.15	99.13	98.71	97.16	98.65	97.64	97.5	96.77
03/21	80.18	91	99.53	89.9	99.15	99.13	98.28	96.68	98.2	97.17	96.5	97.7
04/22	84.14	93.5	100	90.38	99.15	98.25	97.85	96.21	98.2	97.64	96.5	98.62
05/23	88.99	94.5	100	92.31	99.15	98.25	97.85	97.16	98.2	97.64	98	99.08
06/24	93.83	98.5	100	94.23	99.57	98.69	98.28	98.58	98.65	98.58	98.5	100
07/25	97.8	99.5	100	98.08	99.57	100	98.28	99.05	98.65	99.53	98.5	100
08/26	99.56	100	100	98.56	100	100	99.14	99.05	99.55	100	100	100
09/27	100	100	100	100	100	100	99.57	100	99.1	100	100	100
10/28	100	100	100	100	100	100	100	100	99.55	100	100	100
11/29	100	100	100	100	100	100	100	100	99.55	100	100	100
12/30	96.92	99.5	100	100	100	100	100	100	99.55	100	100	100
13/31	91.63	96.5	100	99.52	99.57	100	100	100	99.55	100	100	100
14/32	82.38	92.5	100	97.12	99.57	100	100	100	100	100	99.5	100
15/33	76.65	89	99.53	95.67	99.15	100	100	100	99.55	100	99.5	98.62
16/34	72.25	88.5	99.53	91.83	99.15	100	100	100	99.55	100	99	98.62
17/35	70.48	88	99.53	90.38	98.72	100	100	100	99.55	100	99	97.7

Tabel L3.26 *Wind Coverage* untuk Data Angin Tidak Kontinyu

Arah Runway	Wind Coverage (%)			
	A. Yani 2008-2012	A. Yani 2008-2017	Sentani 2013-2017	Sentani 2008-2017
36/18	99.89	99.85	98.99	98.59
01/19	99.80	99.77	98.83	98.44
02/20	99.68	99.67	98.79	98.44
03/21	99.60	99.62	98.82	98.58
04/22	99.52	99.58	98.99	98.81
05/23	99.53	99.62	99.33	99.16
06/24	99.59	99.69	99.61	99.52
07/25	99.67	99.79	99.79	99.75
08/26	99.74	99.85	99.89	99.88
09/27	99.81	99.91	99.94	99.94
10/28	99.90	99.94	99.96	99.96
11/29	99.92	99.96	99.96	99.95
12/30	99.94	99.96	99.96	99.92
13/31	99.95	99.96	99.97	99.83
14/32	99.94	99.96	99.97	99.69
15/33	99.94	99.95	99.95	99.52
16/34	99.92	99.94	99.83	99.32
17/35	99.91	99.91	99.45	98.97

Tabel L3.27 *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II Periode Data 1 Tahunan (1978-2017)

Arah Runway	Wind Coverage (%)																			
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998
36/18	99.99	99.93	100	99.99	99.85	99.86	99.79	99.89	99.9	99.94	99.97	99.96	99.96	99.75	99.96	99.85	99.76	99.9	99.96	99.96
01/19	99.99	99.94	100	99.99	99.87	99.88	99.79	99.94	99.92	99.96	99.97	99.96	99.96	99.71	99.96	99.85	99.76	99.9	99.91	99.96
02/20	99.99	99.94	100	99.99	99.88	99.89	99.8	99.91	99.92	99.96	99.97	99.96	99.96	99.75	99.96	99.85	99.76	99.9	99.91	99.96
03/21	99.98	99.96	99.99	99.99	99.92	99.89	99.82	99.91	99.9	99.92	99.94	99.96	99.96	99.79	99.96	99.92	99.76	99.9	99.91	99.92
04/22	99.97	99.96	99.99	99.99	99.96	99.83	99.8	99.87	99.87	99.92	99.94	99.96	99.96	99.88	99.96	99.88	99.8	99.9	99.91	99.92
05/23	99.95	99.94	99.99	99.95	99.92	99.8	99.8	99.89	99.87	99.9	99.94	100	99.92	99.88	99.92	99.85	99.84	99.95	99.91	99.88
06/24	99.95	99.92	99.99	99.95	99.92	99.77	99.8	99.87	99.9	99.86	99.91	100	99.96	99.92	99.88	99.88	99.84	99.95	99.96	99.88
07/25	99.93	99.92	99.99	99.96	99.91	99.74	99.76	99.85	99.92	99.88	99.91	100	99.96	99.92	99.88	99.88	99.88	99.95	99.96	99.88
08/26	99.93	99.93	100	99.96	99.89	99.71	99.79	99.83	99.9	99.84	99.94	100	99.96	99.88	99.88	99.88	99.92	99.95	99.96	99.92
09/27	99.92	99.94	99.99	99.96	99.88	99.74	99.79	99.85	99.92	99.86	99.94	100	99.96	99.92	99.88	99.88	100	99.95	99.96	99.96
10/28	99.93	99.93	99.99	99.98	99.87	99.76	99.77	99.87	99.95	99.88	99.94	100	99.96	99.92	99.88	99.88	99.96	99.95	99.96	99.96
11/29	99.95	99.95	99.99	99.98	99.85	99.79	99.79	99.89	99.92	99.88	99.91	100	99.96	99.84	99.84	99.92	99.92	99.95	99.96	99.96
12/30	99.96	99.94	99.99	99.98	99.83	99.77	99.79	99.89	99.87	99.9	99.91	100	100	99.84	99.84	99.92	99.92	99.95	100	99.96
13/31	99.96	99.93	99.99	99.98	99.8	99.74	99.79	99.87	99.85	99.94	99.94	100	99.96	99.79	99.84	99.92	99.92	99.95	100	99.96
14/32	99.97	99.93	100	99.96	99.79	99.77	99.77	99.87	99.85	99.92	99.91	100	99.96	99.75	99.84	99.92	99.84	99.95	100	99.96
15/33	99.99	99.92	100	99.96	99.79	99.8	99.77	99.89	99.9	99.94	99.91	100	99.96	99.79	99.81	99.92	99.84	99.95	100	99.96
16/34	99.99	99.9	100	99.96	99.77	99.8	99.77	99.87	99.92	99.94	99.91	99.96	99.96	99.75	99.81	99.92	99.88	99.86	100	99.92
17/35	99.99	99.91	100	99.96	99.76	99.8	99.76	99.85	99.9	99.94	99.94	99.96	99.96	99.75	99.88	99.88	99.8	99.86	99.96	99.92

Tabel L3.27 *Wind Coverage* Bandara Sultan Syarif Kasim II Periode Data 1 Tahunan (1978-2017) (Lanjutan)

Arah	Wind Coverage (%)																			
Runway	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978
36/18	99.96	99.84	99.83	99.8	100	99.93	99.89	99.65	100	99.73	99.89	99.67	99.75	99.8	99.95	99.8	99.78	99.86	99.71	99.64
01/19	99.96	99.84	99.92	99.88	100	99.93	100	99.53	100	99.78	99.89	99.72	99.8	99.85	100	99.7	99.78	99.86	99.67	99.64
02/20	99.92	99.84	99.92	99.88	100	99.93	100	99.53	100	99.78	99.89	99.72	99.8	99.8	99.9	99.7	99.62	99.86	99.67	99.55
03/21	99.92	99.88	99.92	99.84	100	100	100	99.53	100	99.84	99.89	99.67	99.9	99.7	99.8	99.7	99.62	99.81	99.71	99.5
04/22	99.92	99.92	99.88	99.72	100	100	99.89	99.76	100	99.84	99.94	99.58	99.8	99.7	99.76	99.65	99.68	99.86	99.71	99.5
05/23	99.96	99.76	99.79	99.64	99.95	100	99.89	99.65	100	99.89	99.94	99.67	99.8	99.7	99.76	99.65	99.78	99.81	99.71	99.46
06/24	100	99.76	99.67	99.56	99.91	100	99.89	99.65	99.93	99.84	99.94	99.72	99.8	99.7	99.76	99.65	99.78	99.81	99.67	99.59
07/25	99.96	99.76	99.71	99.56	99.91	99.93	99.89	99.65	99.72	99.84	99.94	99.67	99.8	99.8	99.66	99.65	99.73	99.76	99.71	99.64
08/26	99.96	99.76	99.71	99.64	99.95	99.85	99.89	99.65	99.72	99.84	99.94	99.67	99.8	99.8	99.66	99.65	99.73	99.76	99.76	99.68
09/27	99.96	99.84	99.67	99.68	99.95	99.85	99.89	99.65	99.65	99.89	100	99.67	99.8	99.7	99.76	99.7	99.73	99.61	99.81	99.77
10/28	99.96	99.84	99.71	99.72	99.95	99.85	99.89	99.76	99.57	99.89	100	99.63	99.8	99.65	99.85	99.8	99.68	99.66	99.81	99.73
11/29	99.96	99.8	99.71	99.72	100	99.85	99.89	99.76	99.57	100	100	99.67	99.8	99.7	99.85	99.8	99.84	99.61	99.76	99.77
12/30	99.96	99.76	99.71	99.72	100	99.85	99.78	99.88	99.72	99.84	99.94	99.72	99.8	99.55	99.8	99.9	99.68	99.66	99.62	99.77
13/31	99.96	99.72	99.75	99.8	100	99.85	99.78	99.88	99.72	99.84	99.89	99.67	99.8	99.55	99.8	99.9	99.68	99.66	99.67	99.86
14/32	99.96	99.72	99.75	99.8	100	99.78	99.78	99.88	99.79	99.78	99.89	99.67	99.85	99.6	99.85	99.85	99.68	99.76	99.62	99.86
15/33	99.92	99.64	99.71	99.8	100	99.85	99.89	99.76	99.93	99.84	99.77	99.72	99.9	99.55	99.85	99.9	99.68	99.76	99.67	99.77
16/34	99.92	99.64	99.71	99.76	100	99.85	99.89	99.65	99.93	99.78	99.77	99.67	99.8	99.65	99.85	99.9	99.68	99.86	99.67	99.73
17/35	99.92	99.64	99.79	99.84	100	99.85	99.89	99.65	99.93	99.78	99.83	99.63	99.75	99.8	99.9	99.85	99.78	99.86	99.76	99.73

Tabel L3.28 *Wind Coverage* Achmad Yani Periode Data 1 Tahunan (1980-2017)

Arah Runway	Wind Coverage (%)																			
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997
36/18	99.79	99.94	99.73	99.91	99.77	99.85	99.99	99.83	99.78	99.69	99.96	99.96	99.92	99.9	99.19	99.1	99.49	99.48	99.75	99.84
01/19	99.72	99.93	99.54	99.85	99.65	99.78	99.86	99.83	99.63	99.55	99.85	99.92	99.88	99.9	98.98	99.03	99.26	99.48	99.75	99.88
02/20	99.72	99.92	99.32	99.82	99.43	99.72	99.72	99.63	99.55	99.38	99.7	99.88	99.8	99.9	98.98	99.03	99.26	99.52	99.75	99.88
03/21	99.72	99.91	99.34	99.81	99.29	99.7	99.55	99.52	99.59	99.28	99.58	99.81	99.67	99.8	98.88	99.22	99.38	99.36	99.75	99.88
04/22	99.73	99.89	99.36	99.8	99.15	99.68	99.37	99.43	99.66	99.28	99.51	99.69	99.59	99.8	98.98	99.16	99.49	99.4	99.75	99.84
05/23	99.83	99.89	99.43	99.82	99.19	99.7	99.33	99.52	99.7	99.31	99.54	99.65	99.63	99.85	99.09	99.34	99.55	99.56	99.8	99.8
06/24	99.9	99.92	99.61	99.84	99.31	99.73	99.4	99.6	99.78	99.31	99.62	99.61	99.63	99.9	98.98	99.64	99.6	99.68	99.84	99.8
07/25	99.94	99.93	99.89	99.91	99.56	99.75	99.61	99.57	99.81	99.45	99.81	99.65	99.67	99.9	98.88	99.88	99.72	99.72	99.88	99.84
08/26	99.96	99.94	99.98	99.93	99.75	99.73	99.73	99.63	99.89	99.55	99.85	99.77	99.71	99.9	98.98	99.88	99.77	99.8	99.88	99.84
09/27	99.96	99.98	99.98	99.95	99.9	99.78	99.83	99.71	99.96	99.62	99.89	99.88	99.67	99.9	98.98	99.88	99.89	99.8	99.92	99.88
10/28	99.96	99.98	99.95	99.97	99.94	99.82	99.96	99.86	100	99.72	99.92	99.88	99.71	99.95	99.29	99.94	99.89	99.88	99.88	99.84
11/29	99.97	99.98	99.95	99.97	99.97	99.87	99.97	99.86	100	99.86	100	99.92	99.8	99.95	99.29	99.88	99.94	99.84	99.92	99.84
12/30	99.94	99.98	99.95	99.98	99.97	99.88	99.99	99.91	100	99.86	100	99.92	99.88	99.95	99.39	99.88	99.94	99.88	99.92	99.84
13/31	99.92	99.98	99.95	99.98	99.98	99.88	99.99	99.94	100	99.86	100	99.92	99.92	99.95	99.59	99.88	99.94	99.84	99.96	99.88
14/32	99.92	99.98	99.98	99.97	99.98	99.9	99.99	99.91	99.96	99.93	100	99.92	99.96	99.95	99.59	99.7	99.83	99.88	99.92	99.88
15/33	99.89	99.99	99.98	99.97	99.98	99.9	99.99	99.91	99.96	99.9	100	99.92	100	99.9	99.59	99.76	99.83	99.76	99.92	99.92
16/34	99.89	99.99	99.93	99.96	99.97	99.87	99.97	99.89	99.96	99.79	100	99.92	100	99.85	99.49	99.58	99.66	99.56	99.84	99.92
17/35	99.88	99.95	99.84	99.95	99.92	99.85	99.99	99.86	99.89	99.69	100	99.96	99.96	99.85	99.39	99.4	99.55	99.52	99.8	99.92

Tabel L3.28 *Wind Coverage* Achmad Yani Periode Data 1 Tahunan (1980-2017) (Lanjutan)

Arah Runway	Wind Coverage (95%)																
	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980
36/18	99.69	99.51	99.64	99.66	99.7	99.89	99.82	99.76	99.81	99.84	99.95	99.89	99.9	99.77	99.59	98.91	99.13
01/19	99.69	99.62	99.68	99.66	99.7	99.89	99.82	99.82	99.81	99.84	99.89	99.89	99.9	99.77	99.64	99.09	99.27
02/20	99.73	99.58	99.76	99.62	99.7	99.89	99.72	99.82	99.81	99.84	99.89	99.84	99.9	99.91	99.64	99.36	99.34
03/21	99.81	99.62	99.76	99.53	99.7	100	99.72	99.82	99.81	99.84	99.95	99.84	99.95	99.95	99.69	99.64	99.49
04/22	99.77	99.66	99.68	99.49	99.7	100	99.72	99.82	99.81	99.84	99.95	99.84	99.95	99.95	99.84	99.91	99.78
05/23	99.69	99.66	99.68	99.57	99.78	100	99.63	99.76	99.81	99.84	99.95	99.89	100	100	99.9	99.91	99.93
06/24	99.73	99.58	99.72	99.53	99.7	100	99.63	99.88	99.86	99.79	99.95	99.89	100	100	99.95	99.91	99.85
07/25	99.73	99.66	99.76	99.57	99.7	100	99.72	99.88	99.86	99.84	99.95	99.89	100	100	100	100	99.85
08/26	99.77	99.66	99.68	99.66	99.7	100	99.82	99.88	99.86	99.84	100	99.95	99.9	99.95	100	99.91	99.85
09/27	99.77	99.7	99.68	99.62	99.78	100	99.82	99.82	99.81	99.84	100	100	99.9	99.95	100	99.91	99.85
10/28	99.81	99.7	99.72	99.66	99.85	100	99.82	99.82	99.86	99.9	100	100	99.9	99.95	100	99.82	99.78
11/29	99.85	99.77	99.76	99.66	99.85	100	99.72	99.82	99.9	99.9	100	100	99.9	99.91	100	99.73	99.71
12/30	99.81	99.73	99.72	99.62	99.78	100	99.72	99.82	99.9	99.95	100	100	99.9	99.91	100	99.54	99.56
13/31	99.81	99.81	99.72	99.7	99.78	100	99.72	99.82	99.95	100	100	100	99.9	99.86	100	99.36	99.64
14/32	99.77	99.73	99.64	99.66	99.78	100	99.72	99.82	99.9	99.95	99.95	100	99.9	99.82	99.95	99.09	99.64
15/33	99.77	99.7	99.64	99.66	99.78	100	99.72	99.76	99.86	99.9	99.95	100	99.9	99.77	99.95	98.81	99.56
16/34	99.69	99.66	99.64	99.66	99.7	100	99.72	99.76	99.81	99.84	99.95	100	99.86	99.77	99.79	98.72	99.34
17/35	99.65	99.58	99.6	99.66	99.7	100	99.82	99.63	99.81	99.84	99.95	99.95	99.9	99.77	99.59	98.81	99.05

Tabel L3.29 *Wind Coverage* Syamsudin Noor Periode Data 1 Tahunan (1978-2017)

Arah Runway	Wind Coverage (%)																			
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998
36/18	99.88	99.92	99.91	99.97	99.89	99.92	99.92	99.98	100	99.87	99.87	99.93	100	99.96	99.92	99.89	99.94	100	100	100
01/19	99.9	99.91	99.92	99.97	99.91	99.92	99.92	99.98	100	99.92	99.89	99.93	100	99.96	99.96	99.95	99.94	100	100	100
02/20	99.92	99.91	99.92	99.98	99.92	99.92	99.94	99.98	100	99.97	99.89	99.93	100	99.96	99.96	99.95	99.94	100	100	100
03/21	99.93	99.92	99.95	99.97	99.94	99.92	99.94	99.98	100	99.97	99.89	99.93	100	99.96	99.96	99.95	100	100	100	100
04/22	99.95	99.92	99.98	99.97	99.95	99.94	99.94	99.97	100	99.92	99.92	99.93	99.96	99.96	100	99.95	100	100	100	100
05/23	99.96	99.92	99.99	99.98	99.97	99.92	99.92	99.97	100	99.9	99.84	99.93	99.96	99.92	100	99.89	100	100	100	100
06/24	99.96	99.93	99.98	99.98	99.98	99.9	99.94	99.98	99.97	99.92	99.92	99.97	99.96	99.96	100	99.89	100	100	100	100
07/25	99.98	99.93	99.98	99.97	99.98	99.9	99.94	99.98	99.97	99.92	99.92	99.97	99.96	99.96	100	99.89	100	100	100	100
08/26	99.98	99.93	99.97	99.98	99.98	99.87	99.92	99.98	99.97	99.92	99.92	99.97	99.96	99.96	100	99.89	100	100	100	100
09/27	99.99	99.95	99.97	99.99	99.98	99.9	99.92	99.98	99.97	99.9	99.92	99.97	100	99.96	100	99.89	100	100	100	100
10/28	100	99.97	99.96	99.99	99.98	99.92	99.92	99.98	99.97	99.9	99.92	99.97	99.96	100	100	99.95	99.94	100	100	100
11/29	100	99.98	99.96	99.99	99.98	99.94	99.92	99.97	99.97	99.85	99.92	99.97	99.96	100	100	99.95	99.94	100	100	100
12/30	100	99.94	99.95	99.99	99.97	99.94	99.91	99.97	99.97	99.85	99.92	99.97	99.96	100	99.96	99.89	99.94	100	100	100
13/31	100	99.93	99.94	99.99	99.95	99.96	99.91	99.98	99.97	99.85	99.87	99.97	99.96	100	99.96	99.95	99.94	100	100	100
14/32	99.98	99.93	99.93	99.99	99.95	99.98	99.95	99.98	99.97	99.9	99.89	99.97	99.96	100	99.96	99.95	99.94	100	100	100
15/33	99.95	99.91	99.93	99.99	99.92	99.94	99.95	99.98	99.97	99.9	99.84	100	100	99.96	99.92	99.95	99.94	100	100	100
16/34	99.93	99.92	99.9	99.99	99.92	99.92	99.94	99.98	99.97	99.87	99.84	100	100	99.96	99.92	99.95	99.94	100	100	100
17/35	99.91	99.93	99.88	99.98	99.91	99.92	99.91	99.98	100	99.87	99.82	99.93	100	99.96	99.92	99.95	99.94	100	100	100

Tabel L3.29 *Wind Coverage* Syamsudin Noor Periode Data 1 Tahunan (1978-2017) (Lanjutan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)																			
	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978
36/18	100	99.96	100	99.92	100	100	100	99.64	99.9	99.62	99.92	99.74	100	99.75	99.71	99.86	100	99.8	99.95	99.95
01/19	100	99.96	100	100	100	100	100	99.64	99.9	99.77	99.92	99.8	100	99.75	99.71	99.86	99.93	99.8	99.95	99.95
02/20	100	99.91	100	100	100	100	100	99.64	99.9	99.85	100	99.8	99.8	99.75	99.64	99.86	99.93	99.8	99.95	99.91
03/21	100	99.91	100	99.96	100	100	100	99.45	99.9	99.77	100	99.87	99.8	99.75	99.71	99.86	99.93	99.8	100	99.91
04/22	100	99.91	100	99.87	100	99.89	100	99.45	99.9	99.77	100	99.87	99.8	99.84	99.79	99.93	100	99.75	100	99.91
05/23	100	99.91	100	99.83	100	99.89	100	99.45	99.9	99.77	100	99.8	99.9	99.75	99.79	99.86	100	99.75	100	99.91
06/24	100	99.91	99.92	99.87	100	99.89	100	99.64	99.9	99.85	100	99.74	99.7	99.75	99.79	99.78	99.93	99.75	100	99.91
07/25	100	99.96	99.92	99.87	100	99.89	100	99.45	99.9	99.77	100	99.74	99.7	99.75	99.71	99.78	99.79	99.75	100	99.95
08/26	100	99.96	99.92	99.79	100	99.89	100	99.45	99.9	99.7	100	99.74	99.7	99.75	99.71	99.78	99.79	99.85	99.95	99.91
09/27	100	99.91	99.92	99.79	100	99.89	100	99.27	99.9	99.7	100	99.8	99.7	99.67	99.79	99.78	99.79	99.85	99.95	99.91
10/28	100	99.87	99.92	99.79	100	99.89	100	99.27	99.9	99.7	100	99.8	99.7	99.67	99.79	99.78	99.79	99.85	99.95	99.86
11/29	100	99.87	99.92	99.87	100	100	100	99.27	99.9	99.7	100	99.8	99.7	99.67	99.86	99.64	99.79	99.85	99.95	99.86
12/30	100	99.87	99.92	99.87	100	100	100	99.27	99.81	99.7	100	99.74	99.7	99.75	99.86	99.71	99.79	99.85	99.95	99.86
13/31	100	99.91	99.96	99.87	100	100	100	99.27	99.81	99.55	100	99.8	99.7	99.84	99.86	99.78	99.86	99.9	99.95	99.95
14/32	100	99.91	99.96	99.87	100	100	100	99.45	99.9	99.55	100	99.74	99.7	99.84	99.79	99.78	99.86	99.95	99.95	99.95
15/33	100	99.91	99.96	99.87	100	100	100	99.45	99.9	99.47	99.92	99.74	99.7	99.75	99.79	99.78	99.86	99.95	100	99.95
16/34	100	99.91	99.96	99.87	100	100	100	99.45	99.9	99.47	99.92	99.6	99.7	99.75	99.79	99.86	100	99.9	99.95	99.95
17/35	100	99.91	100	99.87	100	100	100	99.45	99.9	99.55	99.92	99.67	99.8	99.75	99.71	99.93	100	99.85	99.95	99.95

Tabel L3.30 *Wind Coverage* Sam Ratulangi Periode Data 1 Tahunan (1978-2017)

Arah Runway	Wind Coverage (%)																			
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998
36/18	99.96	100	99.98	99.96	99.99	100	99.99	99.98	100	99.95	100	100	99.96	99.92	99.88	100	99.96	99.96	99.88	100
01/19	99.97	100	99.99	99.96	99.99	100	99.99	99.98	100	99.95	100	100	100	99.96	99.96	100	99.96	99.96	99.88	99.96
02/20	99.98	100	99.99	99.97	99.99	100	99.99	99.98	100	99.95	100	100	100	99.96	99.96	100	99.96	99.96	99.92	99.96
03/21	99.98	100	99.91	99.97	99.99	99.99	99.97	99.98	99.97	99.89	100	100	100	99.96	99.96	99.96	99.96	99.96	99.92	99.93
04/22	99.98	99.99	99.61	99.93	99.99	99.96	99.89	99.98	99.84	99.84	99.86	99.78	99.93	99.85	99.88	99.96	99.96	99.96	99.92	99.93
05/23	99.98	99.99	99.08	99.75	99.96	99.93	99.8	99.98	99.52	99.7	99.79	99.57	99.93	99.85	99.88	99.88	99.92	100	99.92	99.89
06/24	99.97	99.99	98.36	99.39	99.9	99.81	99.65	99.98	99.16	99.38	99.75	99.24	99.85	99.73	99.8	99.76	99.84	100	99.84	99.89
07/25	99.98	99.98	98.3	99.28	99.9	99.72	99.57	99.98	98.73	99.11	99.51	98.96	99.82	99.51	99.72	99.55	99.8	100	99.88	99.89
08/26	99.97	99.98	98.3	99.27	99.9	99.67	99.58	99.98	98.47	98.92	99.47	98.85	99.82	99.43	99.68	99.47	99.76	100	99.84	99.89
09/27	99.97	99.98	98.31	99.28	99.9	99.69	99.73	99.96	98.51	99.03	99.47	98.85	99.82	99.47	99.76	99.51	99.72	100	99.84	99.89
10/28	99.97	99.98	98.7	99.4	99.92	99.79	99.86	99.96	98.95	99.3	99.58	98.92	99.85	99.7	99.8	99.72	99.72	100	99.84	99.93
11/29	99.98	99.98	99.56	99.68	99.98	99.89	99.95	99.97	99.47	99.59	99.65	99.14	99.93	99.85	99.84	99.84	99.8	100	99.96	99.93
12/30	99.98	99.99	99.86	99.84	100	99.94	99.97	99.97	99.78	99.78	99.82	99.42	99.93	99.85	99.88	99.92	99.92	100	99.96	99.93
13/31	99.98	100	99.99	99.96	100	99.99	99.99	99.98	99.96	99.95	99.96	99.78	99.96	99.89	99.88	99.96	99.96	100	99.96	99.93
14/32	99.97	100	99.99	99.96	100	99.99	99.99	99.98	99.99	99.95	100	99.93	99.96	99.89	99.88	100	100	99.96	99.92	99.93
15/33	99.97	100	99.99	99.95	100	100	99.99	99.98	99.99	99.95	100	100	99.96	99.89	99.88	100	100	99.96	99.92	99.93
16/34	99.97	100	99.99	99.95	99.99	100	99.99	99.99	99.99	99.95	100	100	99.96	99.89	99.88	100	100	99.96	99.88	99.93
17/35	99.97	100	99.99	99.95	99.99	100	99.99	100	99.99	99.95	100	100	99.96	99.89	99.88	100	100	99.96	99.88	99.93

Tabel L3.30 *Wind Coverage* Sam Ratulangi Periode Data 1 Tahunan (1978-2017) (Lanjutan)

Arah Runway	Wind Coverage (%)																			
	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978
36/18	99.96	100	99.91	100	99.94	100	100	99.83	99.87	99.73	100	100	100	99.95	99.82	99.76	99.88	99.95	99.91	99.96
01/19	99.96	100	99.91	100	100	100	100	99.83	99.87	99.79	99.9	100	100	99.95	99.86	99.76	99.88	99.95	99.91	99.96
02/20	99.96	100	99.91	100	99.94	100	99.88	99.83	99.87	99.84	99.58	100	100	99.95	99.86	99.71	99.88	99.95	99.86	99.96
03/21	99.96	100	99.91	100	99.94	100	99.88	99.92	99.87	99.84	99.01	100	100	99.95	99.86	99.76	99.94	100	99.86	100
04/22	99.89	100	99.91	99.93	99.89	100	99.88	99.83	99.87	99.84	98.02	99.9	100	99.95	99.82	99.71	99.88	100	99.91	100
05/23	99.82	100	99.73	99.86	99.89	100	99.88	99.83	99.87	99.84	97.39	99.79	100	100	99.82	99.67	99.77	100	99.86	99.96
06/24	99.78	100	99.5	99.51	99.83	100	99.88	99.83	99.94	99.79	97.08	99.54	100	100	99.77	99.52	99.77	99.95	99.82	99.96
07/25	99.75	100	99.37	99.44	99.78	100	99.88	99.58	99.87	99.79	96.61	99.38	99.94	100	99.77	99.57	99.82	99.95	99.82	99.96
08/26	99.67	100	99.37	99.23	99.78	99.91	99.88	99.42	99.87	99.79	96.45	99.33	99.94	100	99.77	99.57	99.77	99.95	99.82	99.96
09/27	99.71	100	99.37	99.23	99.83	99.91	99.88	99.42	99.87	99.84	96.5	99.33	99.94	100	99.82	99.62	99.82	99.95	99.82	99.96
10/28	99.75	100	99.41	99.23	99.83	99.91	99.88	99.34	99.94	99.84	96.71	99.33	99.94	100	99.82	99.57	99.82	99.95	99.86	100
11/29	99.82	100	99.5	99.58	99.83	100	100	99.5	99.94	99.84	97.23	99.54	99.94	100	99.82	99.67	99.88	99.95	99.86	100
12/30	99.85	100	99.64	99.65	99.89	100	100	99.75	100	99.84	98.12	99.74	99.94	100	99.82	99.62	99.88	99.95	99.91	100
13/31	99.89	100	99.82	99.93	99.94	100	100	99.83	100	99.79	98.75	99.85	99.94	100	99.86	99.67	99.88	100	100	100
14/32	99.93	100	99.95	100	99.94	100	100	99.83	100	99.79	99.43	99.9	99.94	100	99.86	99.62	100	100	99.95	100
15/33	99.93	100	99.95	100	99.94	100	100	99.92	99.87	99.84	100	99.9	99.94	100	99.86	99.62	100	100	99.91	100
16/34	99.96	100	99.95	100	99.94	100	100	99.83	99.87	99.79	100	99.9	99.94	99.95	99.86	99.67	99.94	99.95	99.91	99.96
17/35	99.96	100	99.86	100	99.94	100	100	99.83	99.87	99.79	100	100	100	99.95	99.82	99.71	99.94	99.95	99.91	99.96

Tabel L3.31 *Wind Coverage* Sentani Periode Data 1 Tahunan (1974-2017)

Arah Runway	Wind Coverage (%)																					
	2017	2016	2015	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995
36/18	99.76	99.33	97.62	98.6	99.34	99.75	99.34	95.26	94.93	99.6	99.72	96.75	97.74	98.8	98.74	99.54	99.78	99.43	99.58	98.82	99.5	99.44
01/19	99.71	99.21	97.25	98.43	99.27	99.75	99.31	95	94.78	99.63	99.76	96.75	97.67	98.8	98.54	99.46	99.69	99.47	99.62	98.86	99.46	99.44
02/20	99.7	99.19	97.16	98.43	99.27	99.78	99.31	95.18	94.78	99.67	99.76	96.88	97.81	98.87	98.54	99.46	99.82	99.47	99.66	98.99	99.55	99.52
03/21	99.71	99.17	97.16	98.67	99.58	99.89	99.49	95.92	95.32	99.78	99.8	97.05	98.37	99.23	98.6	99.67	99.78	99.62	99.83	99.3	99.7	99.52
04/22	99.82	99.39	97.31	98.95	99.72	99.96	99.71	96.66	95.89	99.82	99.88	97.86	99.01	99.44	99	99.75	99.91	99.86	99.92	99.69	99.95	99.84
05/23	99.9	99.71	98.05	99.3	99.79	100	99.82	97.48	96.78	99.78	99.88	98.72	99.51	99.65	99.4	99.88	99.91	99.95	99.92	99.91	100	99.84
06/24	99.97	99.89	98.73	99.62	99.93	100	99.96	98.63	98.12	99.85	99.84	99.27	99.79	99.79	99.87	100	99.96	99.95	99.96	99.91	100	100
07/25	99.98	99.93	99.39	99.72	100	100	99.96	99.3	99.08	99.89	99.88	99.53	99.93	99.86	100	100	99.96	99.95	100	99.91	99.95	100
08/26	99.98	99.94	99.76	99.79	100	100	100	99.59	99.65	99.89	99.88	99.87	100	99.86	100	100	99.96	99.95	100	99.96	99.95	100
09/27	99.98	99.95	99.93	99.79	100	100	100	99.78	99.88	99.89	99.88	99.91	100	99.86	100	100	99.96	99.95	100	99.96	99.95	100
10/28	99.99	99.98	99.97	99.79	100	100	100	99.78	99.96	99.89	99.88	99.96	100	99.86	100	100	99.96	99.95	100	99.96	99.95	100
11/29	99.99	99.98	99.97	99.79	100	100	100	99.74	99.96	99.89	99.88	99.87	100	99.86	100	100	99.96	99.95	100	99.96	99.95	100
12/30	99.99	99.98	99.97	99.79	100	100	100	99.59	99.65	99.93	99.88	99.83	100	99.86	100	100	99.96	99.95	100	99.96	99.95	100
13/31	99.99	99.98	99.99	99.86	100	100	99.96	98.81	98.89	99.85	99.88	99.1	99.65	99.72	99.87	99.96	99.91	99.95	100	99.87	99.95	99.92
14/32	99.99	99.99	99.99	99.86	100	100	99.96	97.85	97.58	99.74	99.84	98.46	99.43	99.58	99.8	99.92	99.96	99.95	100	99.74	99.85	99.84
15/33	99.96	99.99	99.96	99.79	99.97	100	99.78	96.92	96.47	99.71	99.76	97.61	98.8	99.3	99.53	99.88	99.96	99.76	99.92	99.34	99.8	99.44
16/34	99.94	99.95	99.69	99.48	99.83	99.93	99.67	96.03	95.7	99.6	99.72	97.14	98.16	98.87	99.2	99.63	99.96	99.52	99.7	98.99	99.8	99.44
17/35	99.82	99.65	98.83	99.09	99.65	99.82	99.49	95.44	95.28	99.52	99.72	96.97	98.02	98.73	98.87	99.58	99.78	99.43	99.62	98.86	99.55	99.44

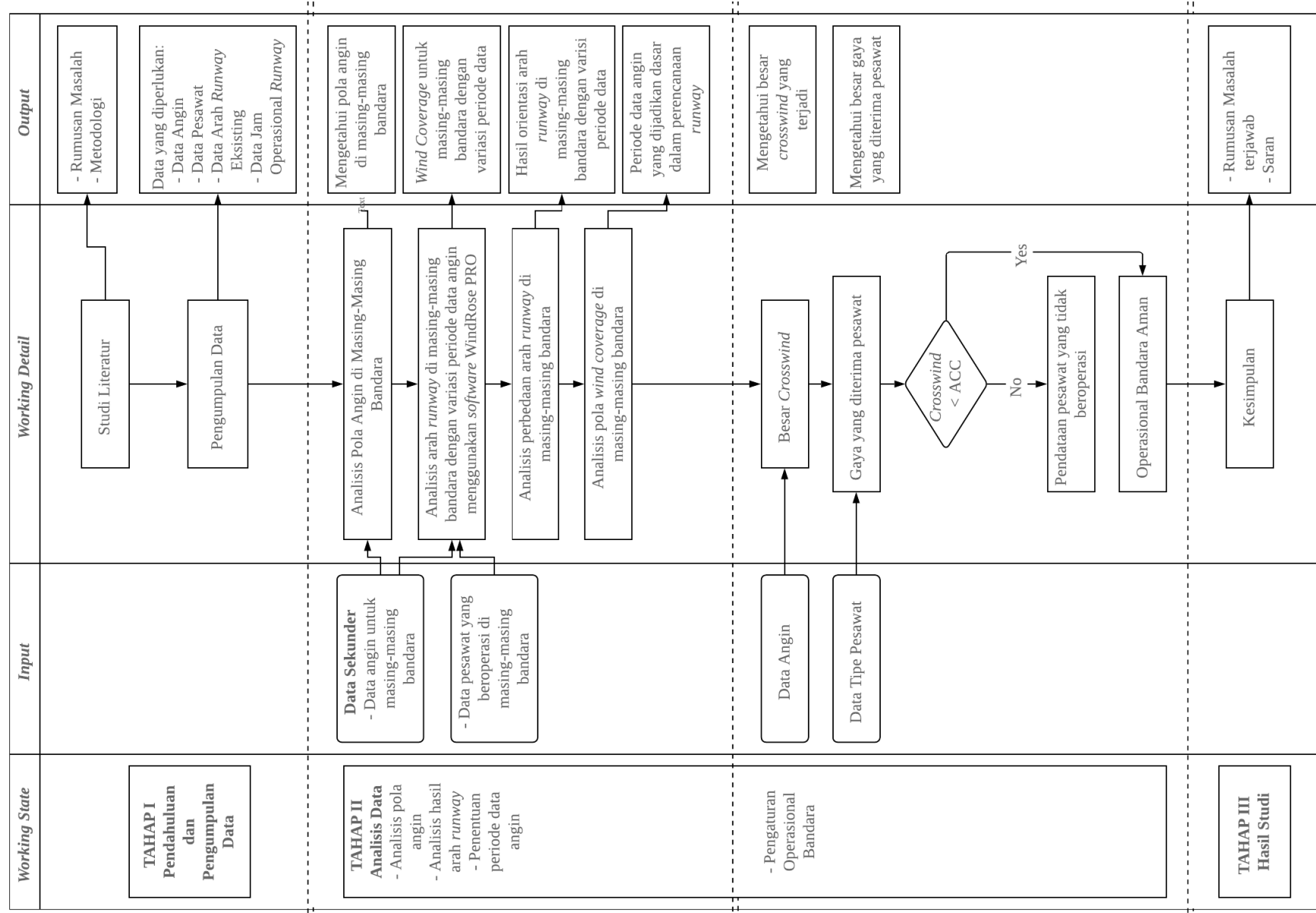
Tabel L3.31 *Wind Coverage* Sentani Periode Data 1 Tahunan (1974-2017) (Lanjutan)

Arah	Wind Coverage (%)																				
Runway	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978	1977	1976	1975	1974
36/18	99.51	99.69	99.25	97.03	96.25	99.08	99.4	98.34	98.37	98.56	98.82	99.4	99.2	99.31	99.72	100	99.19	98.77	99.34	98.89	99.18
01/19	99.63	99.69	99.13	97.03	95.94	99.23	99.4	98.34	98.25	98.56	98.82	99.4	99.07	99.31	99.72	100	99.6	98.35	98.67	98.89	99.18
02/20	99.76	99.69	99.13	97.03	95.94	99.23	99.4	98.59	98.49	98.77	98.89	99.35	99.13	99.42	99.72	100	99.6	98.35	99	98.89	99.18
03/21	99.88	100	99.13	97.63	97.5	99.23	99.5	98.98	98.95	99.18	99.07	99.45	99.2	99.42	99.44	100	99.6	97.94	99	99.16	99.18
04/22	99.88	100	99	98.22	99.38	99.39	99.7	99.36	99.42	99.38	99.2	99.56	99.53	99.65	99.44	100	99.6	98.35	99.34	99.16	99.18
05/23	99.88	100	99	98.81	99.38	99.39	99.9	99.74	99.88	99.59	99.51	99.67	99.73	99.88	99.72	100	99.8	98.35	99.34	99.72	99.18
06/24	99.88	100	99.25	99.41	99.69	99.54	100	99.87	99.77	99.59	99.75	99.73	99.8	99.88	99.72	100	99.8	98.77	99.67	99.72	99.59
07/25	99.88	100	99.5	99.7	100	99.69	100	99.87	99.77	99.79	99.88	99.73	99.87	99.88	99.72	100	99.8	98.77	99.67	99.72	99.59
08/26	99.88	100	99.63	100	100	99.85	100	99.87	99.88	99.79	100	99.73	99.87	99.77	100	100	99.8	99.18	100	99.72	99.59
09/27	99.88	100	99.88	100	100	99.85	100	100	99.88	99.79	100	99.89	99.93	99.77	100	100	100	99.18	100	99.72	100
10/28	100	100	99.88	100	100	99.85	100	100	99.88	99.79	100	99.89	99.93	99.88	100	100	100	99.18	99.67	99.72	100
11/29	100	100	99.88	100	100	99.85	100	100	99.88	100	100	99.95	99.93	99.88	100	100	100	99.18	99.67	99.72	100
12/30	100	100	99.75	100	100	99.85	100	100	99.88	99.79	99.88	99.95	99.93	99.88	100	100	100	99.59	99.67	99.72	99.59
13/31	99.88	100	99.63	99.41	100	99.69	100	99.87	99.88	99.79	99.63	99.95	99.87	99.88	99.72	100	100	100	99.34	100	99.18
14/32	99.76	100	99.63	98.52	99.69	99.39	99.8	99.62	99.3	99.18	99.51	99.78	99.87	99.77	99.72	100	99.6	100	99.34	99.72	99.18
15/33	99.76	100	99.63	97.92	97.81	99.08	99.6	99.1	98.72	98.77	99.38	99.67	99.67	99.77	99.72	100	99.39	99.59	99.34	99.72	99.18
16/34	99.63	99.69	99.63	97.03	96.25	99.08	99.5	98.59	98.37	98.77	98.95	99.4	99.4	99.54	99.72	100	99.19	99.18	99.34	99.16	99.18
17/35	99.51	99.69	99.5	97.03	96.25	99.08	99.4	98.34	98.37	98.56	98.82	99.45	99.33	99.31	99.72	100	99.19	98.77	99.34	98.89	99.18

Lampiran 4

(Diagram Alir Tugas Akhir)

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”



“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama **Fath Lilia Mutiara Farhani** yang dilahirkan di Jombang pada tanggal 3 Oktober 1995 dan merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Penulis memulai jenjang pendidikan di RA Muslimat Plosogenuk (Jombang), SDN Plosogenuk I (Jombang), SMP Negeri 2 Jombang, dan SMA Negeri 2 Jombang hingga lulus pada tahun 2013. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan studi perguruan tinggi

tingkat sarjana di Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Semasa kuliah, penulis aktif mengikuti kegiatan pengembangan diri khususnya di bidang olahraga. Sejak mahasiswa baru penulis aktif mengikuti kegiatan di Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Bulutangkis ITS. Penulis beberapa kali menjadi panitia pada kegiatan-kegiatan yang diselenggarakan UKM, seperti IBC Cup (2014) dan ITS Open (2014). Selain itu penulis pernah mendapatkan Juara 2 Badminton Beregu di Kompetisi SPARTAN (2016) yang diselenggarakan oleh BEM FTSP ITS. Penulis dapat dihubungi lewat e-mail melalui alamat: fathfarhani@gmail.com.